

Μικρή Εποχή Παγετώνων Little Ice Age

Έτη 1300 έως 1850



© Σταύρος Ντάφης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Εργαστήριο Μετεωρολογίας, 2012

Το παρόν πόνημα αποτελεί μέρος προπτυχιακής εργασίας για το μάθημα «Φυσική Κλιματολογία» στο Εργαστήριο Μετεωρολογίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων με υπεύθυνο καθηγητή τον κ. Ν. Χατζηαναστασίου. Είναι βιβλιογραφική και δεν αποτελεί επιστημονική έρευνα του συγγραφέα, ωστόσο η αντιγραφή του παρόντος συγγράμματος να γίνεται με τη συγκατάθεση του συγγραφέα.

Θα το βρείτε στην ηλεκτρονική διεύθυνση: www.meteovolos.gr/lia.pdf

Ενδέχεται να εμπλουτιστεί με περισσότερες και νεότερες πληροφορίες.

Εικόνα εξώφυλλου: *Winter Landscape with a Bird Trap*, 1565, [Pieter Bruegel the Elder](#)

Επικοινωνία : dafis91@yahoo.gr ή ph06320@cc.uoi.gr

Περιεχόμενα

- I. Εισαγωγή:.....σελ. 4 - 10
- II. Πιθανά αίτια πρόκλησης του LIA:.....σελ. 10 - 14
- III. Αρχή του LIA:.....σελ. 14 - 16
- IV. Επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες τον Μεσαίωνα:.....σελ. 16 - 26
- V. Οι Παγετώνες:.....σελ. 26 - 33
- VI. Επιπτώσεις στον πληθυσμό:.....σελ. 33 - 34
- VII. Επίδραση στη γεωργία:.....σελ. 34 - 40
- VIII. Επίδραση στην υγεία του πληθυσμού:.....σελ. 40 - 41
- IX. Επίδραση στην οικονομία:.....σελ. 41 - 44
- X. Επίδραση στη κοινωνία:.....σελ. 45 - 46
- XI. Επίδραση στις τέχνες:.....σελ. 46 - 48
- XII. Πώς επηρέασε ο LIA τη περιοχή της Ελλάδας:.....σελ. 48 - 52
- XIII. Συμπεράσματα:.....σελ. 53
- XIV. Βιβλιογραφία:.....σελ. 54

I. Εισαγωγή

Ο όρος Μικρή Εποχή Παγετώνων (Little Ice Age – LIA) αρχικά επινοήθηκε από τον F. Matthes¹ το 1939 για να περιγράψει μια δραματική κλιματική αλλαγή που τοποθετείται χρονικά μεταξύ του 1450 και 1850. Η περίοδος του LIA ήταν το σημαντικότερο γεγονός σε ότι αφορά το κλίμα του πλανήτη τη τελευταία χιλιετία και ξεκινά με αύξηση παγετώνων κυρίως στην Ευρώπη, μετά τη θερμότερη μεσαιωνική περίοδο (Medieval Warm Period 900μΧ – 1300μΧ). Οι έντονες διακυμάνσεις μεταξύ θερμών και ψυχρών περιόδων κατά τη διάρκεια του LIA είχε σαν αποτέλεσμα να προκύψουν αρκετές απόψεις από την πλευρά των ερευνητών (παλαιοκλιματολόγων) για τη χρονική οριοθέτηση της έναρξης και λήξης του LIA. Σύμφωνα με την επικρατέστερη άποψη ο LIA χωρίζεται σε 2 φάσεις με την αρχή της πρώτης περί το 1300 έως 1400. Από τότε έως και τα μέσα του 1500 υπήρξε μια ελαφρά θερμή περίοδος, μετά την οποία το κλίμα έγινε ιδιαίτερα ψυχρό κυρίως στην Β. Αμερική και την Ευρώπη.

Το αποκορύφωμα της ψυχρής περιόδου τοποθετείται μεταξύ του 1600 και 1800 κάτι που στηρίζεται σε πηγές πληροφορίας από ιστορικές καταγραφές όπως για παράδειγμα ημερολόγια πλοίων, χρονοδιαγράμματα φορολογιών, αποσπάσματα κοινωνικής ιστορίας, καταγραφές των σοδιών και λογοτεχνικά κείμενα. Εκτός από αυτές τις πληροφορίες, χρησιμοποιήθηκαν δαχτυλίδια κορμών δέντρων, κομμάτια πάγου (ice cores), ιζήματα από τον βυθό των ωκεανών, σταλαγμίτες κ.ά. οι οποίες δείχνουν ότι κατά την περίοδο 1800 – 1850 οι παγετώνες στις Άλπεις και η παγοκάλυψη της θάλασσας της Αρκτικής έφτασε στο μέγιστο δυνατό σημείο ενώ αργότερα υπήρξε σταδιακή άνοδος της θερμοκρασίας και λιώσιμο των πάγων.

1 – Matthes FE (1939). "Report of the committee on glaciers". *Transactions of the American Geophysical Union*: 518–23. Matthes described glaciers in the [Sierra Nevada](#) of California that could not have survived the [hypothermal](#), in his opinion; his usage of "Little Ice Age" has been superseded by "[Neoglaciation](#)".

Οι κλιματικές μεταβολές την περίοδο του LIA χαρακτηρίστηκαν τόσο από χωρικές όσο και χρονικές μεταβολές. Οι ψυχρότερες δεκαετίες στη Β. Ευρώπη δεν συνέπεσαν χρονικά με αυτές στην Ρωσία ή στις Δυτικές ΗΠΑ. Ενδιάμεσα σημειώθηκαν και περίοδοι με υψηλές θερμοκρασίες σε πλανητική κλίμακα. Δεκαετίες κατά τις οποίες επικράτησαν χαμηλές θερμοκρασίες ήταν αυτές του 1590–1610, του 1690–1710 και του 1800–1810 ενώ οι θερμές δεκαετίες ήταν αυτές του 1650, του 1730 και του 1820.

Για τη μελέτη της χρονικής περιόδου του LIA χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές προσδιορισμού του παρελθόντος κλίματος. Ο προσδιορισμός γίνεται με ποικίλους τρόπους, με τους οποίους κάθε στοιχείο που συλλέγεται και αναλύεται στοχεύει στην παροχή ενδείξεων ή αποδείξεων που συνθέτουν το κλίμα του παρελθόντος. Για παράδειγμα η συλλογή και ανάλυση δειγμάτων ωκεάνιου βυθού που συνήθως περιέχουν υπολείμματα κελυφών οργανισμών που κάποτε ζούσαν κοντά στην επιφάνεια μπορούν να αναδείξουν οργανισμούς που ζούσαν σε στενό θερμοκρασιακό εύρος. Άλλος τρόπος είναι η εξαγωγή δειγμάτων παγετώνων, όπου στον συσσωρευμένο πάγο αναλύεται η αναλογία ισοτόπου του οξυγόνου παρέχοντας ένα μητρώο των τάσεων της θερμοκρασίας στο παρελθόν. Επιπρόσθετες ενδείξεις αλλαγών κλίματος παρέχονται από τους κορμούς των δέντρων, στους οποίους η ανάπτυξη των μορίων του ξύλου χρόνο με το χρόνο μοιάζει με δακτυλίους, το πάχος των οποίων προσδιορίζει κλιματικές αλλαγές.

Άλλες πληροφορίες για την αναδόμηση κλιμάτων του παρελθόντος είναι: οι καταγραφές φυσικών υπολειμμάτων πυθμένων λιμνών και εναποθέσεις εδάφους, η μελέτη της απολιθωμένης γύρης λουλουδιών σε σπηλιές, συγκεκριμένες γεωλογικές εξελίξεις (αρχαία στρώματα άνθρακα, αμμόλοφοι και απολιθώματα, αλλαγές στάθμης λιμνών), η μελέτη της αναλογίας ισοτόπων του οξυγόνου σε κοράλλια και στις μικρές πέτρες ανθρακικού ασβεστίου στα βράγχια των ψαριών και τους σταλακτίτες.



Πυρήνας πάγου

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της περιόδου του LIA ήταν οι σφοδροί χειμώνες κυρίως στο Β. Ημισφαίριο, οι χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια των θερινών περιόδων, οι μεταβολές στα ύψη βροχοπτώσεων και επικράτηση θυελλωδών ανέμων ανά περιόδους και κατά τόπους. Επιπρόσθετα αξιοσημείωτες αλλαγές παρατηρήθηκαν στο μέγεθος των παγετώνων στους ορεινούς όγκους. Οι θερμοκρασίες της συγκεκριμένης περιόδου στο Β. Ημισφαίριο ήταν χαμηλότερες σε σχέση με σήμερα, καθώς επίσης την περίοδο του LIA σε αρκετά τμήματα του πλανήτη συμπεριλαμβανομένου και της Ευρώπης η επέκταση της παγοκάλυψης τόσο στη ξηρά όσο και στη θάλασσα παρατηρήθηκε σε πρωτοφανή βαθμό μετά το πέρας των κύριων παγετωνικών περιόδων. Η δυτική Ευρώπη δοκιμάστηκε από μία γενική ψύξη του κλίματος μεταξύ των ετών 1150 και 1460 ενώ μια ακόμα πιο ψυχρή περίοδος σημειώθηκε μεταξύ 1560 και 1850. Οι δύο αυτές ψυχροί περιοδοί επέφεραν δραστικές μειώσεις στους ανθρώπινους πληθυσμούς αλλά και άλλων έμβιων οργανισμών. Η δεύτερη χρονική περίοδος είχε αρνητικές επιδράσεις σε διάφορους τομείς όπως αυτόν της γεωργίας, της υγείας, των οικονομικών, της κοινωνικής συνοχής, της αποδημίας ενώ και ο τομέας των τεχνών εμφανίστηκε επηρεασμένος, Ο αυξανόμενος αριθμός των παγετώνων καθώς επίσης και οι θύελλες είχαν επίσης καταστροφικά αποτελέσματα σε πληθυσμούς εγκατεστημένους σε περιοχές κοντά στη θάλασσα και σε ήδη υπάρχοντες παγετώνες. Το κλίμα της Β. Αμερικής ήταν ψυχρό και υγρό ενώ στην κεντρική και

νότια Αμερική το κλίμα ήταν ψυχρό και ξηρό. Στην Ωκεανία, κατά τη διάρκεια του LIA, η επιφανειακή θερμοκρασία των υδάτων χαρακτηρίστηκε από υψηλές τιμές. Αντίστοιχα συμπεράσματα προκύπτουν και με την αλατότητα, ενώ με το πέρας της περιόδου απέκτησαν τις φυσιολογικές τους τιμές. Στην Δυτική Κίνα το κλίμα ήταν ψυχρό και υγρό ενώ στην νότια και στην ανατολική Κίνα το κλίμα ήταν ψυχρό και ξηρό. Συγκεκριμένα, στην κεντρική Ασία σημειώθηκαν υπερβολικά χαμηλές θερμοκρασίες. Αντίστοιχες μελέτες δεν έχουν πραγματοποιηθεί για τη περιοχή της Μέσης Ανατολής και της Νότιας Ασίας, ενώ στη Σιβηρία, την Μογγολία και την Ιαπωνία το κλίμα ήταν παρόμοιο με αυτό της Κίνας. Κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης περιόδου σημειώθηκε πτώση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη κατά 0.5°C η οποία είχε σαν αποτέλεσμα την περαιτέρω ανάπτυξη των αλπικών παγετώνων. Το κύριο χαρακτηριστικό ήταν η μεγάλη διάρκεια των χειμώνων ενώ τα καλοκαίρια ήταν μικρής διάρκειας και υγρά. Στην Αγγλία, υπήρξε αφανισμός των αμπελώνων και οι αγροτικές λειτουργίες ήταν αδύνατον να πραγματοποιηθούν στα βόρεια γεωγραφικά πλάτη. Η αποικία των Βίκινγκς στην Γροιλανδία οδηγήθηκε στην απομόνωση από τον υπόλοιπο κόσμο και τελικά στον αφανισμό ύστερα από την επικράτηση των παγετώνων σε γεωγραφικά πλάτη άνω των 65 μοιρών.

Ο Kreutz² υποστήριξε ότι η χρονική περίοδος του LIA σημειώθηκε σε παγκόσμια κλίμακα ενώ αντίθετα ο Bradley³ ανέφερε ότι οι κλιματολογικές μεταβολές κατά τη περίοδο του LIA ούτε ξεκίνησαν αλλά ούτε τερματίστηκαν ταυτόχρονα. Ο τρόπος εμφάνισης της περιόδου του LIA δεν ήταν ίδιος σε όλες τις περιοχές αλλά επηρεάστηκε από το κλίμα της κάθε περιοχής. Ο χρόνος έναρξης της περιόδου του LIA, στη Νέα Ζηλανδία, διαφέρει από κείνη που παρατηρήθηκε στην Ευρώπη, την Αμερική και την Αφρική, αλλά συμπίπτει με την εμφάνιση του φαινομένου στην περιοχή της Ασίας. Η επιφανειακή θερμοκρασία της θάλασσας στην Καραϊβική ήταν κατά 2 με 3 βαθμούς χαμηλότερη σε σύγκριση με αυτή που παρατηρείται σήμερα. Στη νότια Ν. Ζηλανδία χαμηλότερη θερμοκρασία σε σχέση με το σήμερα, παρατηρήθηκε στα δυτικά τμήματα του Β. Ατλαντικού όπου η θερμοκρασία ήταν 3 με 4 βαθμούς χαμηλότερη.

Ο 19^{ος} αιώνας ήταν ψυχρότερος για τη βόρεια Αμερική. Στις βορειότερες περιοχές δένδροκλιματικά στοιχεία δείχνουν ότι και ο 17^{ος} αιώνας χαρακτηρίστηκε από χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ την ίδια περίοδο στη δυτική Β. Αμερική σημειώθηκαν θερμοκρασίες υψηλότερες από αυτές που σημειώθηκαν τον 20^ο αιώνα. Στο νότιο ημισφαίριο οι αρνητικές θερμοκρασιακές ανωμαλίες σημειώθηκαν πιο νωρίς από ότι στο βόρειο και τοποθετούνται χρονολογικά περίπου στον 16^ο αιώνα.

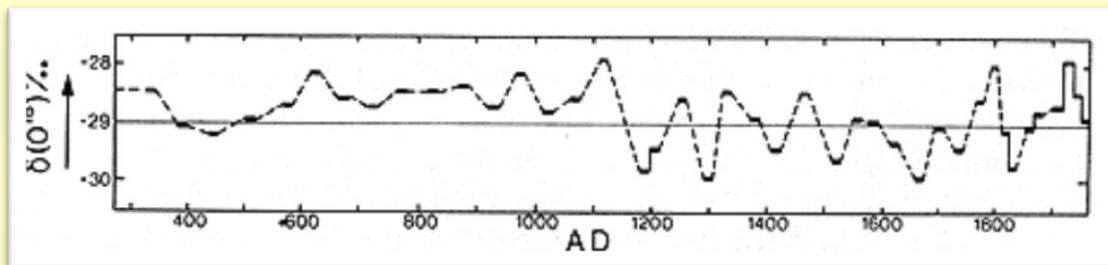
2 - Kreutz, K.J., Mayewski, P.A., Meeker, L.D., Twickler, M.S., Whitlow, S.I., Pittalwala, I.I. (1997). "Bipolar changes in atmospheric circulation during the Little Ice Age". *Science* 277

3 - Bradley, R.; Briffa, K.; Miller, G.; Otto-Bliesner, B. et al. (2009). "Recent warming reverses long-term arctic cooling". *Science* 325

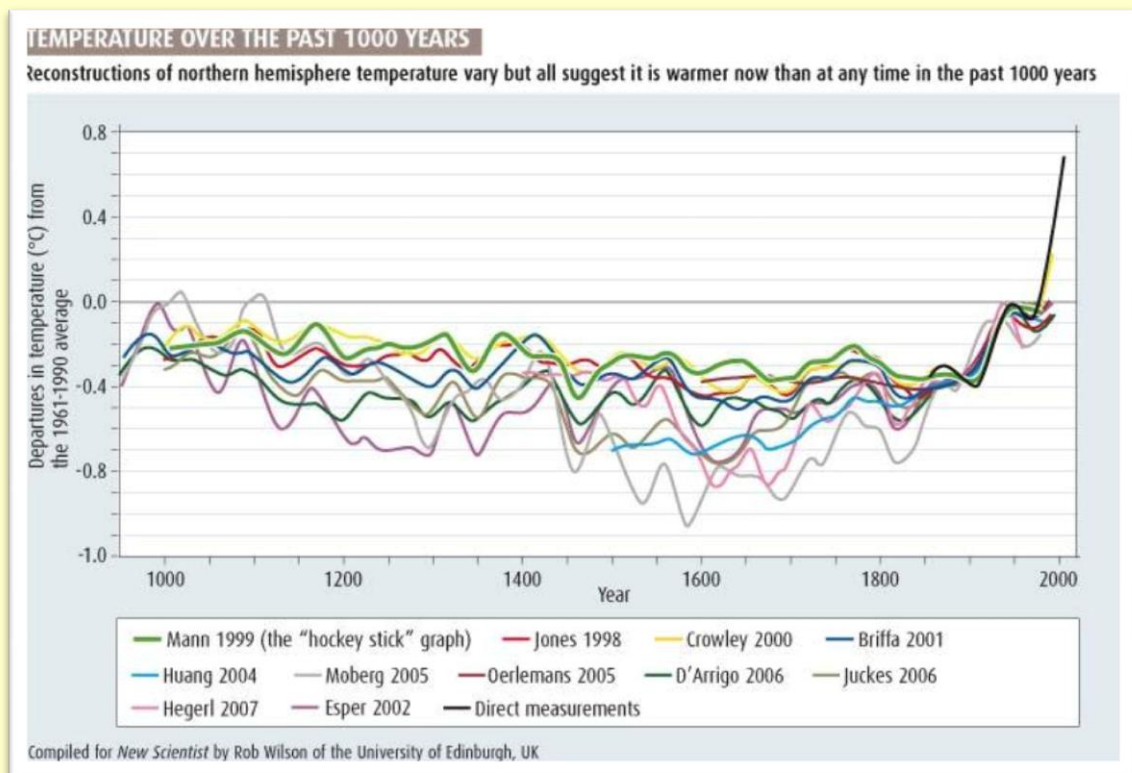
Οι μελέτες δείχνουν ότι η θερμοκρασία σημείωσε πτώση σε όλες της περιοχές της Γης ενώ το μέγεθός της διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Η πτώση της θερμοκρασίας επάνω από τη θάλασσα πολλές φορές άγγιξε και τους 5°C, ενώ η θερμοκρασία πάνω από τη ξηρά δεν μειώθηκε περισσότερο από 2°C. Στα μεγάλα υψόμετρα των μεγάλων γεωγραφικών πλατών η έναρξη και η λήξη του LIA έγινε νωρίτερα σε σχέση με τα μικρά υψόμετρα των μικρών γεωγραφικών πλατών, που η έναρξη και η λήξη του φαινομένου συνέβη πολύ αργότερα. Στη Ευρώπη οι κακές καιρικές συνθήκες οδήγησαν στην ραγδαία μείωση των καλλιεργειών σιτάλευρου ενώ υπήρξαν και κρούσματα διάδοσης λιμού κυρίως στη Γαλλία και τη Γερμανία. Στη Β.Αμερική τμήματα του ψυχρού πολικού αέρα κινήθηκαν διαμέσου του Καναδά και των Βορειοανατολικών ΗΠΑ κατά τη θερμή περίοδο του έτους (Μάιος - Σεπτέμβριος). Οι ψυχρές αυτές αέριες μάζες επέφεραν έντονες χιονοπτώσεις τον Ιούνιο ενώ τον Ιούλιο και τον Αύγουστο σημειώθηκαν φονικοί παγετοί.

Το αποκορύφωμα του φαινομένου εμφανίζεται να έχει έρθει νωρίτερα στο Β. Ημισφαίριο και συγκεκριμένα στη Β. Αμερική, στην Αρκτική (Σχ. 1) και στην ευρύτερη περιοχή της Κίνας - Ιαπωνίας (Σχ.2). Οι ενδείξεις για το Ν. Ημισφαίριο προέκυψαν μετέπειτα όπου η μέγιστη ανάπτυξη παγετώνων στη Χιλή σημειώθηκε κατά τον 18^ο αιώνα και στον Ανταρκτικό Ωκεανό πιθανολογείται ότι εμφανίστηκε γύρω στο 1900.

Ωστόσο καθυστερημένες ενδείξεις κορύφωσης των επιδράσεων του LIA παρατηρήθηκαν για την Αρκτική Θάλασσα, γύρω από την Ισλανδία, μεταξύ του 1780 και του 1830, ενώ αρκετοί παγετώνες μεγιστοποίησαν το μέγεθός τους περί το 1850.



Σχ.1: Η διακύμανση του ισότοπου οξυγόνου (O^{18}), μετρημένη από πυρήνα πάγου στη Γροιλανδία (77οΒ, 56οΔ) από το 300μ.Χ. μέχρι σήμερα.



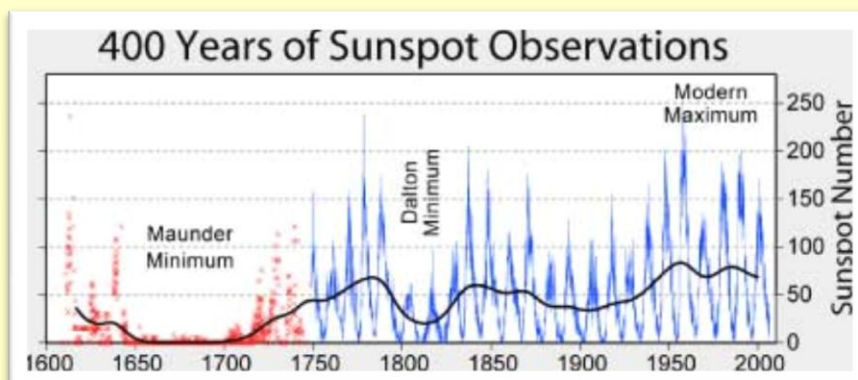
Σχήμα 2. Αναπαράσταση του θερμοκρασιακού προφίλ Β. Ημισφαιρίου, απόκλιση από τις μέσες τιμές για τη περίοδο 1961–1990. Οι πράσινες και γκριζες γραμμές αποτελούν τα διαστήματα εμπιστοσύνης 68% και 95%. Η έντονη μαύρη καμπύλη απεικονίζει τις μετρήσεις των οργάνων.

Σχεδόν σε όλες τις περιοχές του Β. Ημισφαιρίου για τις οποίες υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, φαίνεται ότι για την περίοδο του LIA οι μέσες

θερμοκρασίες ήταν χαμηλότερες από 0 έως 2°C από τις μέσες θερμοκρασίες για τη περίοδο 1961–1990. Οι μεμονωμένες περιοχές όπου οι θερμοκρασιακές ανωμαλίες δείχνουν να είναι λίγο μικρότερες ή ακόμα και μεγαλύτερες μέσα σε ένα εύρος από -0.2 έως +1.0 βαθμούς Κελσίου, την περίοδο 1961–1990 εντοπίζονται κυρίως στην Ευρώπη. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει ότι τα ψυχρά καλοκαίρια κατά τη περίοδο του LIA δεν παρατηρούνται σε όλες τις περιοχές αλλά σε ορισμένες γεωγραφικά περιοχές. Η μέγιστη αρνητική θερμοκρασιακή ανωμαλία (>0.80C) εμφανίζεται στα βορειοδυτικά τμήματα της Κ. Ασίας. Μεγάλες αρνητικές τιμές στη θερμοκρασιακή ανωμαλία (>0.80C) διακρίνονται κατά τη χρονική περίοδο 1601 - 1630 περισσότερο από κάθε άλλη περίοδο κυρίως στην Βορειοδυτική Ασία ενώ η υπόλοιπη περίοδος του 17^{ου} αιώνα εμφανίζεται να είναι σχετικά ψυχρή.

II. Πιθανά αίτια πρόκλησης της Μικρής Παγετωνικής Περιόδου

Ο προσδιορισμός της χρονικής περιόδου του LIA είναι σχετικά εύκολος παρόλο του βαθμού αβεβαιότητας που υπάρχει. Δυσκολότερο όμως εγχείρημα είναι ο προσδιορισμός των αιτιών που προκάλεσαν αυτή την παγετωνική περίοδο. Τα βασικά αίτια σχετίζονται με τις διακυμάνσεις της ποσότητας ενέργειας που δέχεται η Γη από τον Ήλιο και από τις ηφαιστειακές εκρήξεις. Οι μεταβολές της ηλιακής δραστηριότητας προκάλεσαν μεταβολές στο ενεργειακό ισοζύγιο του συστήματος Γης-Ατμόσφαιρας. Διάφορες μελέτες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι γύρω στο 1700 υπήρξε ελάττωση της ηλιακής δραστηριότητας συμπίπτοντας με την πιο ψυχρή περίοδο του LIA (Σχ.3).



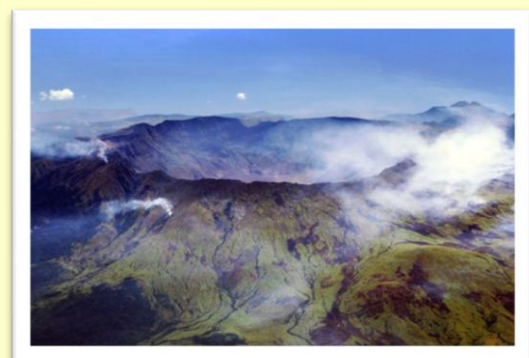
Σχήμα 3. Κύμανση του ετήσιου αριθμού ηλιακών κηλίδων.

Χαρακτηριστικές ηφαιστειακές εκρήξεις κατά τη διάρκεια του LIA ήταν η έκρηξη του ηφαιστείου Tambora το 1815 στην Ινδονησία που οδήγησε στο έτος 1816 το οποίο ονομάστηκε ως το έτος χωρίς καλοκαίρι, ενώ η έκρηξη του ηφαιστείου Krakatoa το 1883 επίσης στην Ινδονησία είχε ως αποτέλεσμα την μείωση της θερμοκρασίας κατά 1oC για μερικά χρόνια σε ολόκληρο τον πλανήτη. Μεταξύ Απριλίου και Ιουνίου 1815 στο νησί Sumbawa το ηφαίστειο Tambora παρουσίασε έντονη δραστηριότητα. Η έκρηξη ήταν τόσο δυνατή που ακούστηκε στη Σουμάτρα εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά. Μόνο 26 από τους 12 χιλιάδες κατοίκους του νησιού επιβίωσαν.

Μετά την έκρηξη η Ευρώπη και η Β. Αμερική παρουσίασαν αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες. Το έτος 1816 ονομάστηκε ως το έτος χωρίς καλοκαίρι ("eighteen hundred and froze to death"). Οι θερμοκρασίες στην Νέα Αγγλία τον Ιούνιο ήταν 3.5oC κάτω από τη μέση τιμή ενώ για τον Αύγουστο η θερμοκρασία ήταν 1-2oC κάτω από τη μέση τιμή. Παρόλο που αντίστοιχες θερμοκρασίες είχαν καταγραφεί και σε προηγούμενα έτη, το πρωτοεμφανιζόμενο χαρακτηριστικό ήταν η παρατεταμένη διάρκεια του φαινομένου. Η πτώση της θερμοκρασίας χαρακτηρίστηκε ως μέτρια αλλά παρατηρήθηκε σε μια περιοχή όπου ακόμα και οι μικρές πτώσεις της ελάχιστης θερμοκρασίας οδηγούν σε παγετούς.



Η έκρηξη του Krakatoa σε λιθογραφία της εποχής



Η καλδέρα του Tambora όπως είναι σήμερα

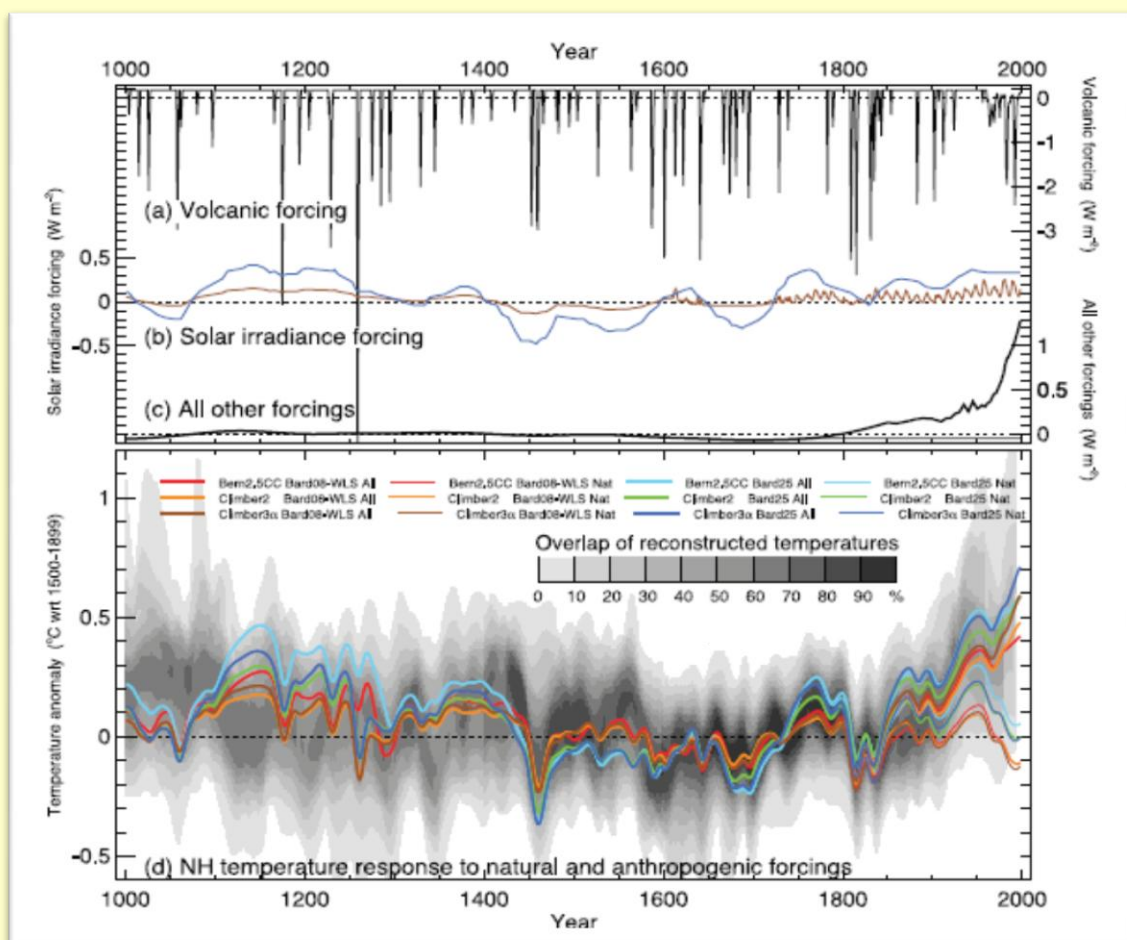
Κατά μέσο όρο πραγματοποιήθηκαν 5 ηφαιστειακές εκρήξεις κάθε αιώνα, που είχαν ένταση ανάλογη με αυτή του Krakatoa το 1883. Τέτοια επεισόδια τροφοδοτούν την ατμόσφαιρα με τεράστιες ποσότητες σωματιδίων και αερολυμάτων που σχηματίζουν ένα πέπλο ικανό να αποκόψει την ηλιακή ακτινοβολία και να επηρεάσει την θερμοκρασία του πλανήτη. Η έκρηξη του Tambora είχε ως αποτέλεσμα την έγχυση στην ατμόσφαιρα δεκαπλάσιας ποσότητας σκόνης και τέφρας από αυτή του Krakatoa. Οι τεράστιες ποσότητες σκόνης και διοξειδίου του θείου προκάλεσαν αντίστροφο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Πολλοί είναι οι επιστήμονες που υποστηρίζουν ότι η έντονη ηφαιστειακή δραστηριότητα ευθύνεται για πολλά ακραία καιρικά φαινόμενα κατά τη διάρκεια του LIA.

Στις αρχές του 17^{ου} αιώνα συνέβη μια από τις μεγαλύτερες ηφαιστειακές εκρήξεις στην ιστορία της ανθρωπότητας. Από τις 16 Φεβρουαρίου έως τις 5 Μαρτίου του 1600 το ηφαίστειο Huayrutina στο Περού παρουσίασε έντονη δραστηριότητα. Η ηφαιστειακή τέφρα εξαπλώθηκε σε μια έκταση 300.000km² καλύπτοντας ακόμα και ένα πλοίο, βάσει των ιστορικών καταγραφών, το οποίο βρισκόταν 1000km μακριά από την ακτή. Κατά τη διάρκεια των πρώτων 24 ωρών το πάχος της τέφρας που κατακάθισε έφτασε τα 20cm με αποτέλεσμα να καταρρεύσουν οι στέγες των σπιτιών στην περιοχή Arequipa. Η πτώση τέφρας στο έδαφος διήρκησε 10 μέρες με αποτέλεσμα ο ουρανός να είναι σκοτεινός. Στην ατμόσφαιρα διοχετεύτηκαν 19,2 κυβικά χιλιόμετρα τέφρας. Η θόλωση της ατμόσφαιρας διήρκησε για μήνες ενώ το βεληνεκές της μεταφοράς επεκτάθηκε μέχρι την Γροιλανδία και τον Ν. Πόλο.

Η ποσότητα θεικών ενώσεων ήταν η δεύτερη μεγαλύτερη σε μέγεθος (πρώτη ήταν του Tambora) κατά τη διάρκεια του LIA. Εξαιτίας της εκρήξεως το καλοκαίρι του 1601 ήταν το ψυχρότερο μετά το 1400 σε ολόκληρο το Β. Ημισφαίριο και ένα από τα ψυχρότερα στην Σκανδιναβία τα τελευταία 1600 έτη. Ο φωτισμός από τον Ήλιο στην Ισλανδία ήταν αμυδρός με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν καθαρές μέρες με ηλιοφάνεια σύμφωνα με ιστορικά κείμενα.

Στην Κ. Ευρώπη ο ήλιος και το φεγγάρι είχαν αποκτήσει κοκκινωπό χρώμα ενώ είχαν χάσει και τη λαμπρότητά τους. Η θερινή περίοδος για τα δυτικά τμήματα της Β.Αμερικής ήταν μια από τις ψυχρότερες τους τελευταίους τέσσερις αιώνες ενώ σημειώθηκαν και θερμοκρασίες ψύξης πλήγοντας έτσι τις καλλιέργειες καλαμποκιού.

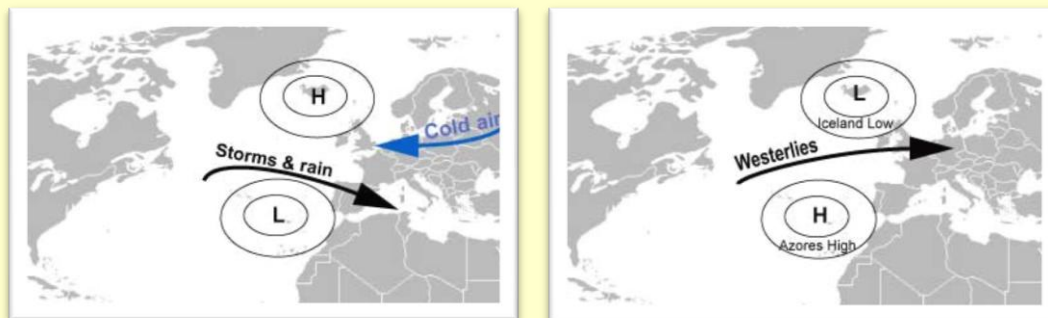
Αντίστοιχη ήταν η όψη του Ήλιου και στην Κίνα. Οι ηφαιστειακές εκρήξεις ήταν υπεύθυνες για τουλάχιστον τέσσερις περιπτώσεις εμφάνισης περιπτώσεων χαμηλών θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια του 17^{ου} αιώνα. (Σχ. 4)



Σχήμα 4. Ο συνδυασμός ηφαιστειακών εκρήξεων και χαμηλής ηλιακής δραστηριότητας δείχνει τα ψυχρά επεισόδια κατά τη περίοδο του LIA.

Επιπλέον υπάρχουν απόψεις οι οποίες αναφέρουν ότι η εμφάνιση του LIA πιθανόν να οφείλεται στην ταλάντωση του Β. Ατλαντικού και του El Niño. Τέλος υπάρχουν και απόψεις οι οποίες στηρίζουν ότι κυρίαρχο

ρόλο έπαιξε η γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας και η αλληλεπίδρασή της τόσο με τη ξηρά όσο και με τη θάλασσα.



Η Βόρεια Ταλάντωση του Ατλαντικού (NOA) και πώς επηρεάζει τον καιρό της Ευρώπης.

III. Αρχή του LIA

Κατά τη διάρκεια τεσσάρων ισχυρών καταιγίδων μεταξύ της περιόδου από το 1200 έως το 1362 τουλάχιστον 100.00 άνθρωποι πέθαναν κατά μήκος των ακτών της Γερμανίας και της Ολλανδίας. Η πιο σφοδρή καταιγίδα τον 14^ο αιώνα ήταν αυτή του Ιανουαρίου 1362 η οποία ονομάστηκε Grote Mandreke (Great Drowning of Men). Στις 19 Αυγούστου 1413 μια μεγάλη καταιγίδα προκάλεσε παλίρροια η οποία έθαψε τη πόλη Fyvie στη Σκωτία (κοντά στο Aberdeen) κάτω από 30 μέτρα σωρό άμμου.

Μετά το 1250 ο αριθμός των πλοίων που ταξίδευαν προς τη Γροιλανδία μειώθηκε σημαντικά. Όσοι επιχειρήσαν τη προσέγγιση της Γροιλανδίας αναγκάστηκαν να ακολουθήσουν μια νοτιότερη πορεία από το συνηθισμένο στα ανοικτά του Ατλαντικού για να αποφύγουν τους πάγους. Η Γροιλανδία απομονώθηκε από τη Νορβηγία και την Ισλανδία. Χαρακτηριστικά κατά την περίοδο της βασιλείας του Ερρίκου του Κόκκινου οι κάτοικοι της Γροιλανδίας αντιμετώπισαν σοβαρά προβλήματα στην γαλακτοκομία η οποία ήταν η κύρια πηγή εσόδων τους ενώ αντίστοιχα προβλήματα αντιμετώπισε και η Νορβηγία.

Διάφορες αναλύσεις πυρήνων πάγου κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η περίοδος από το 1342 έως το 1363 ήταν από τις πιο ψυχρές. Εκσκαφές που έγιναν στον οικισμό Nipatssoq της Νορβηγίας (εικόνα στη

σελίδα, Το Nipatsooq όπως είναι σήμερα) έδωσαν σημαντικές πληροφορίες για εκείνη τη περίοδο καθώς τα ζώα και οι άνθρωποι φαίνεται να ζούσαν σε διαφορετικούς χώρους οι οποίοι επικοινωνούσαν μεταξύ τους με ένα πέρασμα. Οι ιδιοκτήτες των σπιτιών τη περίοδο της άνοιξης καθάριζαν τις αυλές και το πάτωμα από φύλλα και κόπρανα των ζώων που είχαν συγκεντρωθεί. Οι αρχαιολόγοι ανακάλυψαν δείγματα φύλλων τα οποία δεν είχαν καθαριστεί φανερώνοντας ότι τη περίοδο της άνοιξης δεν υπήρχε κάποιος έτσι ώστε να κάνει αυτή τη δουλειά. Στους στάβλους ζούσαν πέντε αγελάδες των οποίων οι οπλές βρέθηκαν στο πάτωμα διασκορπισμένες μετά τον σφαγιασμό τους παρόλο την απαγόρευση που υπήρχε βάσει αρχαίου νόμου των Νορβηγών, ο οποίος απαγόρευε τον σφαγιασμό των αγελάδων. Στον



κύριο χώρο του σπιτιού βρέθηκαν μεγάλες ποσότητες τριχώματος του αρκτικού λαγού και νύχια χήνας (το κυνήγι αυτών των ζώων γίνεται χειμώνα). Επίσης βρέθηκαν απομεινάρια προβάτων και το κρανίο ενός μεγάλου κυνηγόσκυλου.

Η ανάλυση των οστών αγελάδων, προβάτων και κυνηγόσκυλων έδειξαν σημάδια σφαγιασμού.

Περίπου το 1500 ο Πάπας Αλέξανδρος ο 6^{ος} είπε χαρακτηριστικά: « [...] η πλοήγηση προς τη Γροιλανδία δεν είναι πια τόσο συχνή εξαιτίας της εκτεταμένης παγοκάλυψης της θάλασσας, ενώ κανένα πλοίο δεν κατόρθωσε να φτάσει στην ακτή της για περίπου 80 χρόνια».

Οι πολιτικοί και θρησκευτικοί δεσμοί μεταξύ Νορβηγίας και Γροιλανδίας εξασθένησαν. Ο Πάπας πίστευε εσφαλμένα ότι η πλεύση προς τη Γροιλανδία δεν ήταν πια εφικτή με εξαίρεση ίσως στον Αύγουστο. Παρόλο που οι Νορβηγοί δεν ταξίδευαν πια προς αυτή την περιοχή του Β. Ατλαντικού, οι Βάσκοι και οι Άγγλοι μεταξύ άλλων ταξίδεψαν προς την

Ισλανδία, την Γροιλανδία και πιθανόν τις ακτές της Β. Αμερικής με τη βοήθεια πιο σύγχρονων πλοίων, ικανά να ανταπεξέλθουν σε δυσμενές καιρικές συνθήκες.



Carrack (αριστερά), είδος πλοίου για υπερατλαντικά ταξίδια τον 15^ο αιώνα. Πλοίο των Βίκινγκς (δεξιά) Οι Άγγλοι, Βάσκοι και Πορτογάλοι είχαν καλύτερη ναυτική τεχνολογία από τους λαούς της Β. Ευρώπης τον Μεσαίωνα.

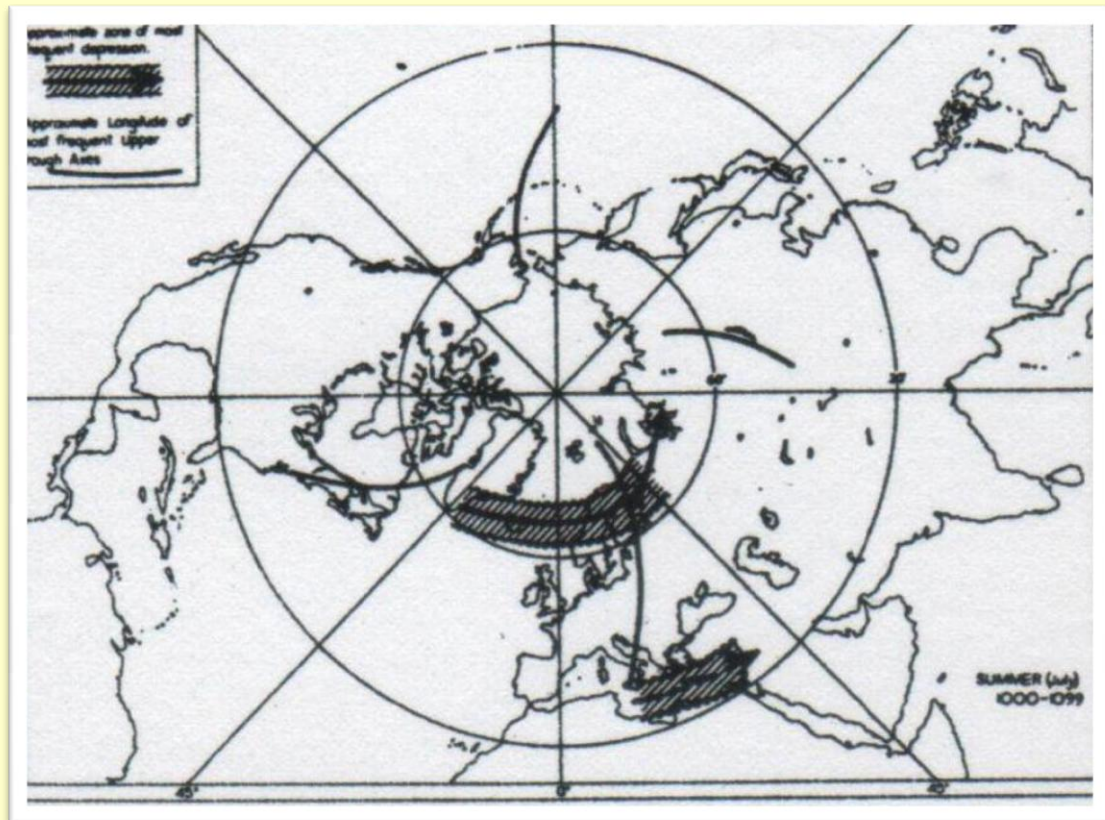
IV. Επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες τον Μεσαίωνα

Σε ότι αναφορά την επικρατούσα ατμοσφαιρική κυκλοφορία κατά τη διάρκεια του 16^{ου} αιώνα, περίοδος εκκίνησης της κύριας φάσης του LIA, υπάρχουν αποδείξεις βασισμένες σε κείμενα παρατηρητών της εποχής. Συγκεκριμένα ο Brooks⁴ (1949) αναφέρει από ένα παλιό βιβλίο με τίτλο “

A Restitution of Decayed Intelligence”, Richard Vestergan που δημοσιεύθηκε στο Αντβέρπ του 1605 και στο Λονδίνο το 1634:

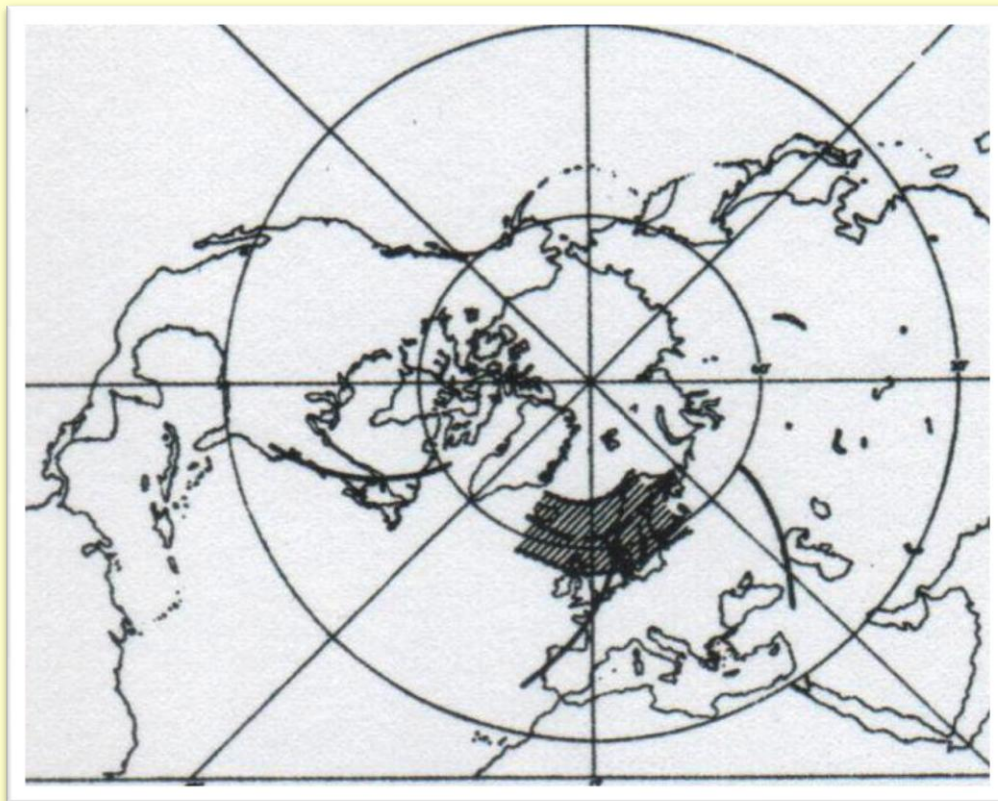
« Οι έμπειροι ναυτικοί από την Ολλανδία επιβεβαιώνουν ότι αρκετές φορές έχουν παρατηρήσει ότι το ταξίδι από την Ολλανδία στην Ισπανία διαρκεί λιγότερο κατά μία μέρα ενώ η πλεύση διαρκεί το μισό από την αντίστοιχη από την Ισπανία προς την Ολλανδία » .

Το συμπέρασμα που προκύπτει από τη παραπάνω φράση είναι ότι οι άνεμοι που επικρατούσαν εκείνη την περίοδο στην Ευρώπη, μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 35 μοίρες και 60 μοίρες Βόρεια ήταν ανατολικοί (Σχ. 5 έως 10) . Η επιστημονική θεμελίωση προέκυψε από τις μελέτες του αστρονόμου Tycho Brahe⁵ για το πεδίο των ανέμων με τη χρήση ημερήσιων μετρήσεων για τη περίοδο Οκτώβριος 1582 - Απρίλιος 1597.

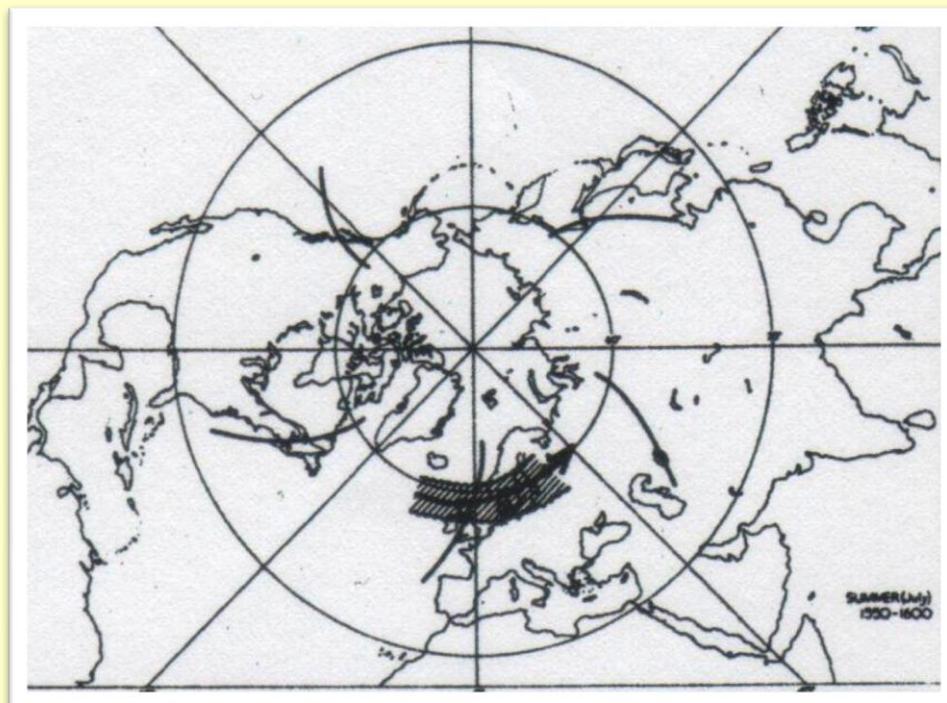


Σχ.5. Η πιθανές τροχιές των υφέσεων (σκιαγραφημένο) και θέσεις των αυλώνων (γραμμές) τη θερινή περίοδο για τη χρονική περίοδο 1000-1099.

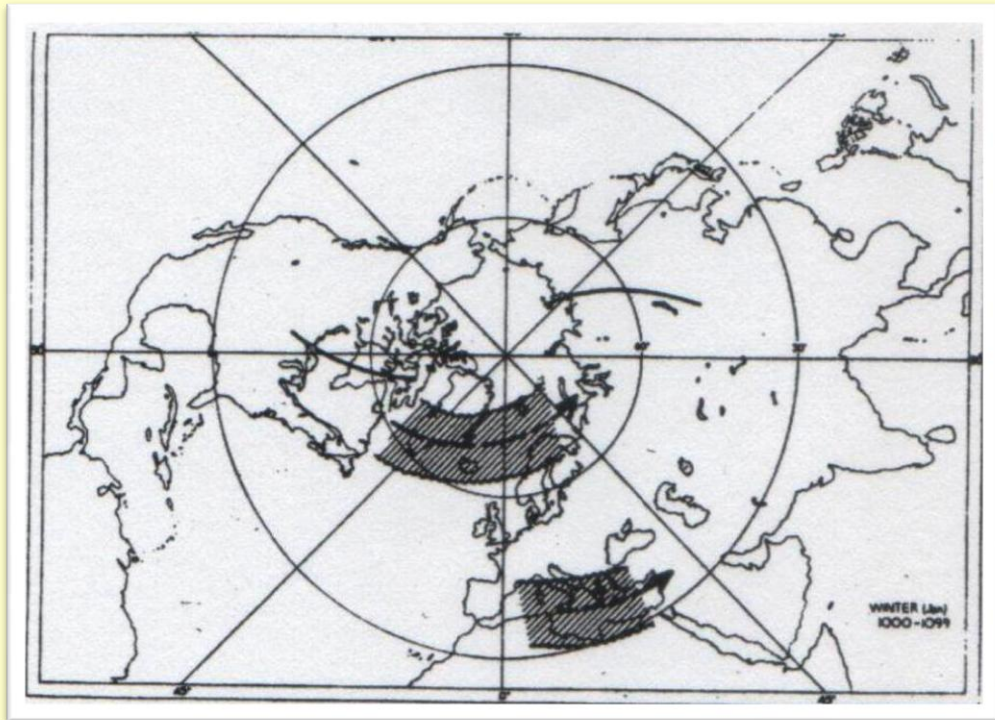
4- Το βιβλίο μπορείτε να το διαβάσετε εδώ: [A Restitution of Dacayed Intelligence](#)



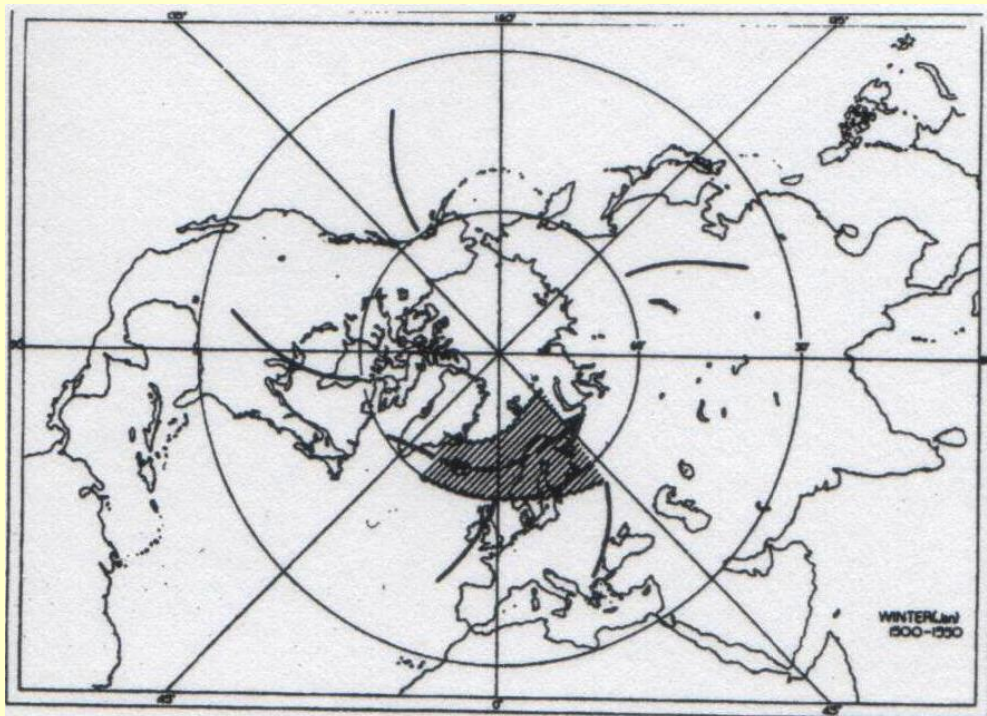
Σχ.6. Η πιθανές τροχιές των υφέσεων (σκιαγραφημένο) και θέσεις των αυλώνων (γραμμές) τη θερινή περίοδο για τη χρονική περίοδο 1500-1550.



Σχ.7. Η πιθανές τροχιές των υφέσεων (σκιαγραφημένο) και θέσεις των αυλώνων (γραμμές) τη θερινή περίοδο για τη χρονική περίοδο 1550-1600.

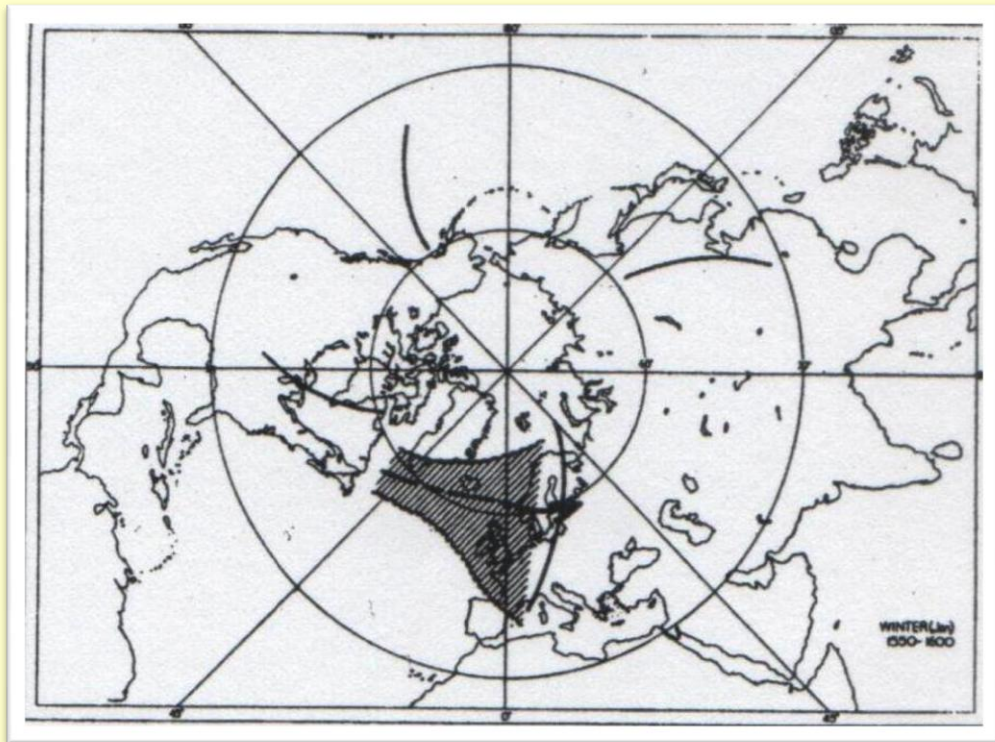


Σχ.8. Η πιθανές τροχιές των υφέσεων (σκιαγραφημένο) και θέσεις των αυλώνων (γραμμές) τη χειμερινή περίοδο για τη χρονική περίοδο 1000-1099.



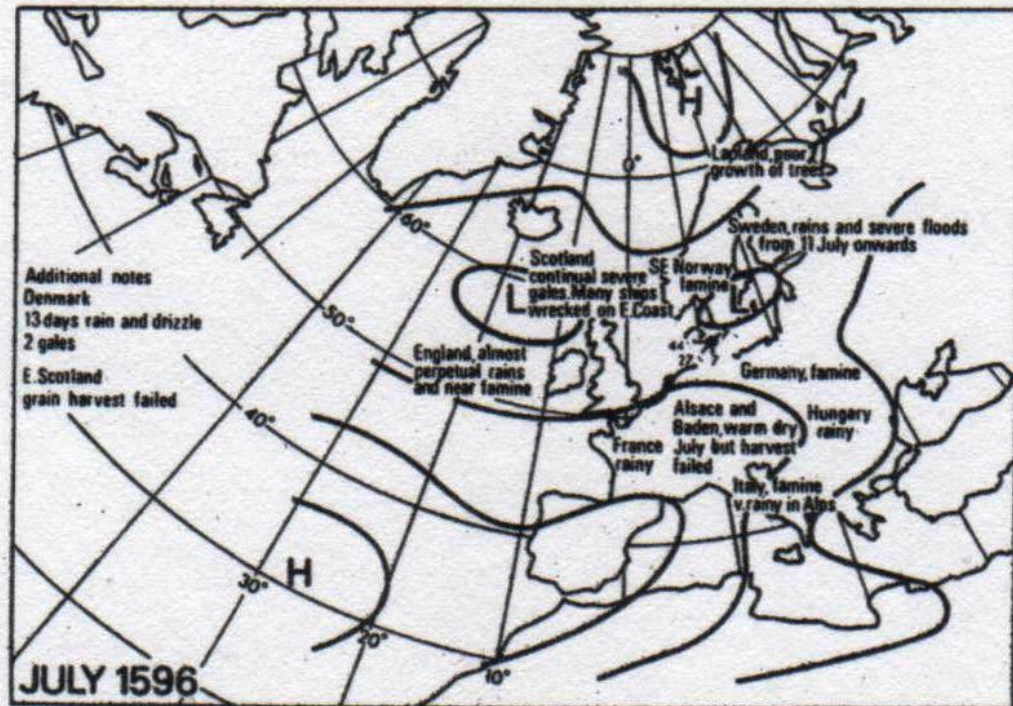
Σχ.9. Η πιθανές τροχιές των υφέσεων (σκιαγραφημένο) και θέσεις των αυλώνων (γραμμές) τη χειμερινή περίοδο για τη χρονική περίοδο 1500-1550.

5- As an astronomer, Tycho worked to combine what he saw as the [geometrical](#) benefits of the [Copernican system](#) with the philosophical benefits of the [Ptolemaic system](#) into his own model of the universe, the [Tychonic system](#). : [Tycho Baher](#)



Σχ.10. Η πιθανές τροχιές των υφέσεων (σκιαγραφημένο) και θέσεις των αυλώνων (γραμμές) τη χειμερινή περίοδο για τη χρονική περίοδο 1550-1600.

Στη Β. Ρωσία και συγκεκριμένα στις βόρειες ακτές, δεν υπήρχαν ενδείξεις επίδρασης του LIA τον 16^ο αιώνα και αργότερα. Ο καπετάνιος Chancellor, ψάχνοντας τη βορειοανατολική δίοδο προς τη Κίνα, έφτασε το 1553 στις ακτές της Λευκής Θάλασσας παρόλο τις δυσκολίες που υπήρχαν εξαιτίας της επέκτασης του πάγου. Από τα μέσα του 17^{ου} αιώνα οι επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες διαφοροποιήθηκαν. Στην Μ. Βρετανία, την Ισλανδία και την Νορβηγία οι άνεμοι ήταν κυρίως βόρειοι, ενώ στη Γερμανία επικρατούσαν δυτικοί άνεμοι προερχόμενοι όμως από αντικυκλωνικά συστήματα. Οι βόρειοι και δυτικοί άνεμοι καθώς και οι εμφάνιση αντικυκλωνικών βαρομετρικών συστημάτων στη βόρεια, κεντρική και δυτική Ευρώπη αποτέλεσαν τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες στα μισά του 17^{ου} αιώνα (Σχ. 11).



Σχήμα 11. Χάρτης επιφανείας για τη περιοχή της Ευρώπης και του Β. Ατλαντικού για τον Ιούλιο του 1596 και τον Ιούλιο του 1695

Οι συνέπειες της επέκτασης του αντικυκλώνα του Β. Πόλου ήταν η μετατόπιση των τροχιών των υφέσεων σε μικρότερα γεωγραφικά πλάτη σε σχέση με άλλες εποχές. Επίσης σε αυτή την επέκταση οφείλονται τα υγρά καλοκαίρια στο μεγαλύτερο τμήμα της Ευρώπης και οι υγροί

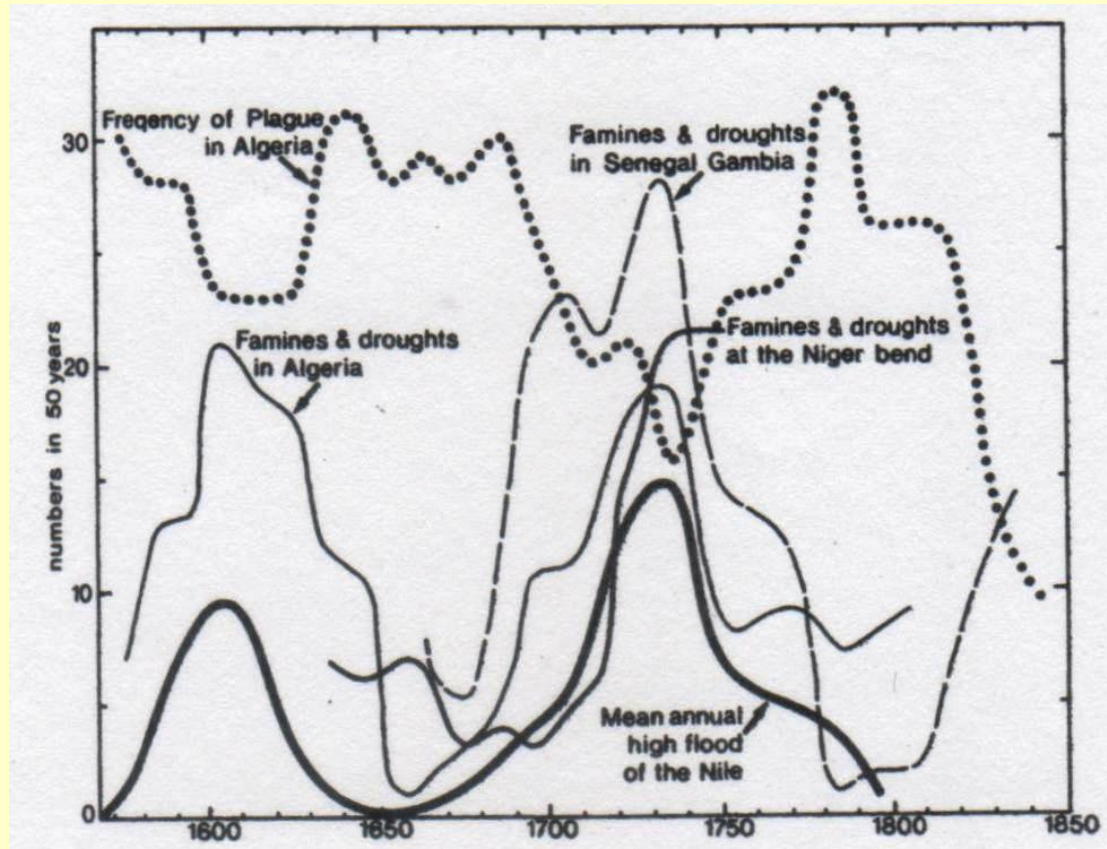
χειμώνες σε τμήματα της Μεσογείου και της Β. Αφρικής. Επιπρόσθετα, οι χειμώνες στην Ευρώπη, βορειότερα των Άλπεων, συνοδεύονταν από χιονοπτώσεις και κατά περιόδους από ξηρασία σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με σήμερα. Στην Αγγλία τα πιο υγρά και ψυχρά καλοκαίρια παρατηρήθηκαν τις δεκαετίες του 1570, του 1590 και του 1620 ενώ οι δριμύτεροι χειμώνες σημειώθηκαν τη δεκαετία του 1560 και 1600. Ωστόσο υπήρχαν και δεκαετίες όπως του 1580, 1680 και 1690 όπου ταυτόχρονα και οι χειμώνες και τα καλοκαίρια ήταν ψυχρά. Η επέκταση του αντικυκλώνα από τη περιοχή του Β. Πόλου προκάλεσε ισχυρές ανεμοθύελλες σε μεγάλο τμήμα των Ευρωπαϊκών ακτών και συγκεκριμένα στις ακτές των Βρετανικών Νήσων και στα νότια τμήματα της Βαλτικής. Κατά τη διάρκεια του LIA υπήρξαν περιπτώσεις όπου ο αεροχειμαρρος, στο νότιο τμήμα του, ήταν υπερβολικά ισχυρός εξαιτίας της θερμοβαθμίδας μεταξύ του υποτροπικού του Ατλαντικού και της ψυχρής αέριας μάζας που εισέβαλε από το βορρά.

Ο Flohn⁶ (1950) χρησιμοποιώντας στατιστικές μεθόδους με πρωτογενή δεδομένα προερχόμενα από περιγραφές της εποχής κατέληξε σε εκτιμήσεις για τη μέση θερμοκρασία των χειμερινών περιόδων για τα τέλη του 16^{ου} αιώνα. Από το σύνολο των χειμώνων (κρύοι ή υγροί) το 35% αυτών καταχωρήθηκαν ως υγροί βάσει και της μελέτης του Henning (1904). Η κατηγοριοποίησή τους έγινε σύμφωνα με τον εξής διαχωρισμό: ως υγροί καταχωρήθηκαν οι χειμώνες εκείνοι οι οποίοι παρουσίασαν απόκλιση θερμοκρασίας μεγαλύτερη ή ίση με 2oC από τη μέση τιμή (μετρήσεις 1886 - 1925) , ενώ ως ψυχροί καταχωρήθηκαν οι χειμώνες οι οποίοι παρουσίασαν απόκλιση μικρότερη ή ίση με -1.2oC από τη μέση τιμή. Εφαρμόζοντας το παραπάνω κριτήριο για τους χειμώνες μεταξύ της περιόδου από το 1560 έως το 1599 αποδεικνύεται ότι η μέση θερμοκρασία των χειμερινών περιόδων ήταν 1.3oC χαμηλότερη από το πρώτο μισό του αιώνα. Με αντίστοιχη μέθοδο για τη περιοχή της Δανίας, τη περίοδο 1582 - 1597 η μέση θερμοκρασία των χειμώνων ήταν χαμηλότερη κατά 1.5 oC από την αντίστοιχη τιμή για τη περίοδο 1886 - 1925.

6 - Flohn was professor at the [University of Bonn](#) and head of the department at the Institute of Meteorology of Bonn University. He produced about 360 publications. Flohn was member in numerous scientific societies such as the Bavarian Academy, the Leopoldina in Saxonia, and the Royal Belgium Academy .

Στη νότια Ευρώπη, οι ισχυρότερες κλιματικές επιδράσεις σημειώθηκαν κατά τη περίοδο 1550 - 1700. Εκείνη τη περίοδο, η Ισπανία αντιμετώπιζε κρίση στον αγροτικό τομέα η οποία αποδόθηκε από τους ιστορικούς στην αυξανόμενη τάση των φαινομένων ξηρασίας. Ο καθηγητής R. Davis (Leicester University) ανέφερε ότι τα καλοκαίρια στην Ισπανία κατά τον 16^ο και 17^ο αιώνα χαρακτηρίζονταν από έντονες διακυμάνσεις. Επιπλέον, οι σφοδροί χειμώνες γύρω στο 1600 και 1680 καθώς και οι μεμονωμένες σφοδρές χειμερινές περιόδους κατά τη διάρκεια όλου του 16^{ου} αιώνα λειτούργησαν ως ανασταλτικοί παράγοντες για την ανάπτυξη των καλλιεργειών.

Η περιοχή της Μεσογείου τον 17^ο αιώνα βρισκόταν σε οικονομική παρακμή χωρίς όμως και ταυτόχρονη απόδειξη φαινομένων ξηρασίας. Η αυξανόμενη διέλευση κυκλωνικών συστημάτων στα βόρεια τμήματα της Μεσογείου τον 17^ο αιώνα σε σύγκριση με προηγούμενες και μετέπειτα περιόδους αποδεικνύεται από τη δημιουργία λιμνών σε μεγάλα υψόμετρα στην Ιταλία (Fucine 460B 110A και Trasimeno 430B 120A). Ένα ποσοστό των αποριών για τις μεταβολές της υγρασίας στην Μεσόγειο μπορεί να απαντηθεί από δεδομένα προερχόμενα από Αφρική. Στο Σχήμα 12 απεικονίζονται οι μεταβολές των κρουσμάτων επιδημιών και φαινομένων ξηρασίας με βάση τις ιστορικές καταγραφές στις παρυφές των βόρειων και νότιων τμημάτων της Σαχάρας. Με βάση αυτά τα δεδομένα μπορούν να προκύψουν κάποια συμπεράσματα για το πώς κυμάνθηκε το κλίμα στην Αφρική. Η εμφάνιση πανούκλας στην Αλγερία ενδέχεται να σχετίζεται με υγρές περιόδους στα βόρεια τμήματα της Σαχάρας. Η ερμηνεία της εμφάνισης της πανούκλας δίνεται στις αξιοσημείωτες διακυμάνσεις της βροχόπτωσης σε αυτή τη ζώνη, στις ξηρές περιόδους με ταυτόχρονη παρουσία ψυχρότερου κλίματος στην Ευρώπη γύρω στα 1600 και στη δεκαετία του 1690 καθώς επίσης και με τη θερμή περίοδο που σημειώθηκε στην Ευρώπη τη δεκαετία του 1730.



Σχ.12. Μεταβολές των κρουσμάτων πανούκλας στην Αλγερία, των φαινομένων ξηρασίας και λιμού σε Νιγηρία, Γκάμπια Σενεγάλη, στις παρυφές της ερήμου Σαχάρας καθώς και το ύψος των πλημμυρών του Νείλου από το 1565 μέχρι και τον 19^ο αιώνα.

Διάφορες καταγραφές αναφέρουν ότι τον 13^ο αιώνα (πτώση της στάθμης της λίμνης Chad) παρατηρήθηκαν μεταναστεύσεις πληθυσμών προς τις πεδινές παράκτιες περιοχές της Ανατολικής Αφρικής στην Κένυα, ενώ αυτές οι μετακινήσεις μειώθηκαν κατά τον 16^ο και 17^ο αιώνα. Η μετακίνηση αυτή οφείλεται στην επικράτηση ξηρών και άνυδρων περιόδων. Επίσης παρατηρήθηκε μείωση του ύψους χιονοκάλυψης στα βουνά της Αιθιοπίας. Οι καταγραφές του ύψους βροχής στη Χιλή από το 1535 και μετά εμφανίζουν αντίστροφα χαρακτηριστικά σε σχέση με την επέκταση του πάγου από τη θάλασσα της Αρκτικής προς το νότο.

Οι δυσχερείς καιρικές συνθήκες στο Λονδίνο το 1665 οδήγησαν στον θάνατο 57.000 ανθρώπων εξαιτίας της πανούκλας. Την επόμενη χρονιά τα κύρια χαρακτηριστικά της θερινής περιόδου ήταν η ξηρασία και οι υψηλές θερμοκρασίες. Στις 2 Σεπτεμβρίου 1666 ξέσπασε πυρκαγιά η οποία κατέστρεψε μεγάλο αριθμό σπιτιών (κατασκευασμένα από ξύλο)

και χιλιάδες άνθρωποι αναγκάστηκαν να μείνουν άστεγοι ενώ καταγράφηκαν μόνο 4 θάνατοι.

Μεταξύ 1730 και 1739 η ταλάντωση του Βόρειου Ατλαντικού (ΝΑΟ) βρισκόταν στην θετικής φάση με αποτέλεσμα την εμφάνιση υγρών χειμερινών περιόδων και ψυχρών - ξηρών θερινών περιόδων. Συγκεκριμένα η θερμοκρασία στην Αγγλία ήταν 0.6οC πάνω από τη μέση τιμή και αντίστοιχα 1.3 οC στην Ολλανδία. Το χειμώνα του 1740 στο Παρίσι σημειώθηκαν 75 μέρες παγετού προκαλώντας σημαντικές ελλείψεις στα τρόφιμα ενώ αντίστοιχα προβλήματα αντιμετώπισαν τα βόρεια τμήματα της Γαλλίας όπου πέθαναν εξαιτίας των αντίξοων καιρικών συνθηκών χιλιάδες παιδιά.

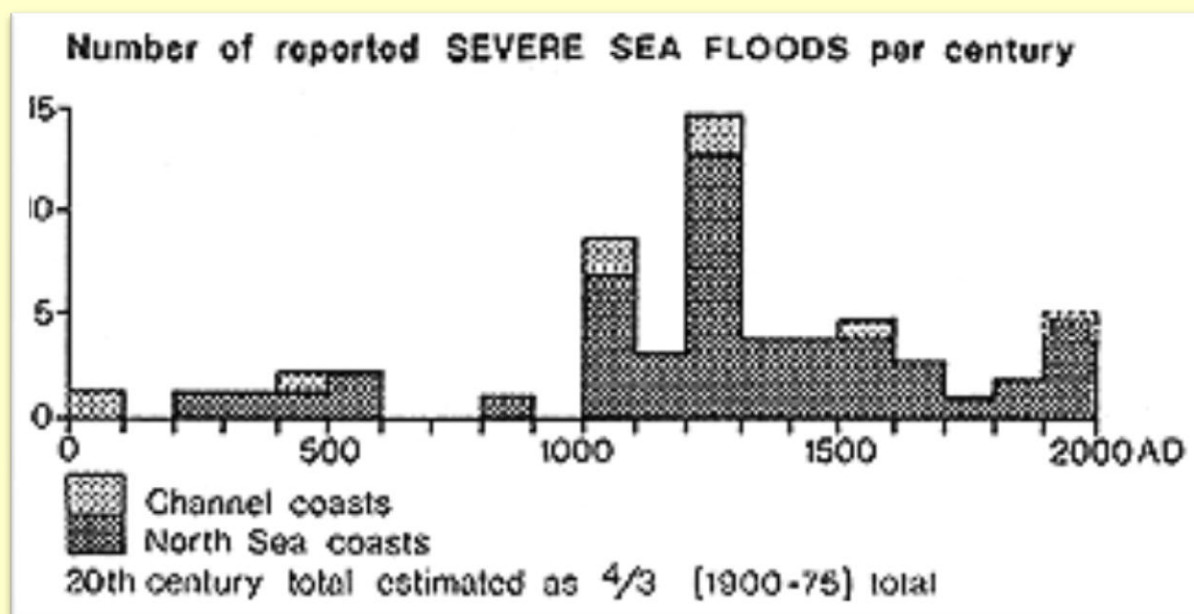
Το 1784 και το 1785 ένα χρόνο μετά την έκρηξη στου ηφαιστείου Laki στην Ισλανδία (εικόνα), η οποία προκάλεσε ψυχρό καλοκαίρι στη δυτική



Ευρώπη, οι ποσότητες της ζωοτροφής μειώθηκαν σημαντικά με αποτέλεσμα τον σφαγιασμό των αγελάδων και των προβάτων. Στα τέλη του Απριλίου, στην Βρετανία σημειώθηκαν χαλαζοπτώσεις και πλημμύρες τις οποίες διαδέχτηκαν ξηρασίες.

Κατά τη περίοδο του LIA παρατηρήθηκε αυξημένη δραστηριότητα θυελλών (κυρίως στη περιοχή της Β. Θάλασσας). Καθώς οι ψυχρότερες αέριες μάζες κινήθηκαν νοτιότερα, ο πολικός αεροχείμαρρος ενισχύθηκε και κινήθηκε νοτιότερα με αποτέλεσμα να κατευθύνει ένα μεγάλο αριθμό καταιγίδων προς τη περιοχή της Κ. Ευρώπης. Τουλάχιστον τέσσερις πλημμύρες σημειώθηκαν στις ακτές της Ολλανδίας και της Γερμανίας κατά τον 13^ο αιώνα προκαλώντας απώλεια περίπου 100.000 ανθρώπων. Η στάθμη της θάλασσας είχε αυξηθεί σε υπερβολικά επίπεδα εξαιτίας της τήξης των πάγων που πραγματοποιήθηκε για παρατεταμένη χρονική διάρκεια κατά τη χρονική περίοδο του MWP (Medieval Warm Period). Ενδεικτικά, κάποιες καταιγίδες, οι οποίες προκάλεσαν το θάνατο πολλών ανθρώπων αναφέρθηκαν τα έτη 1421, 1446 και 1570 (Σχ.13). Επιπλέον, οι σφοδρές χαλαζοπτώσεις που

προκλήθηκαν εξαιτίας αρκετά ψυχρών αέριων μαζών στην ανώτερη ατμόσφαιρα, είχαν ως αποτέλεσμα την απόλυτη καταστροφή των καλλιεργήσιμων εδαφών και τον θάνατο μεγάλου αριθμού ζώων σε μεγάλο μέρος της Ευρώπης. Λόγω της διάβρωσης των ακτών και των ισχυρών ανέμων παρατηρήθηκαν ανεμοθύελλες οι οποίες αναδιαμόρφωσαν τις παράκτιες περιοχές.



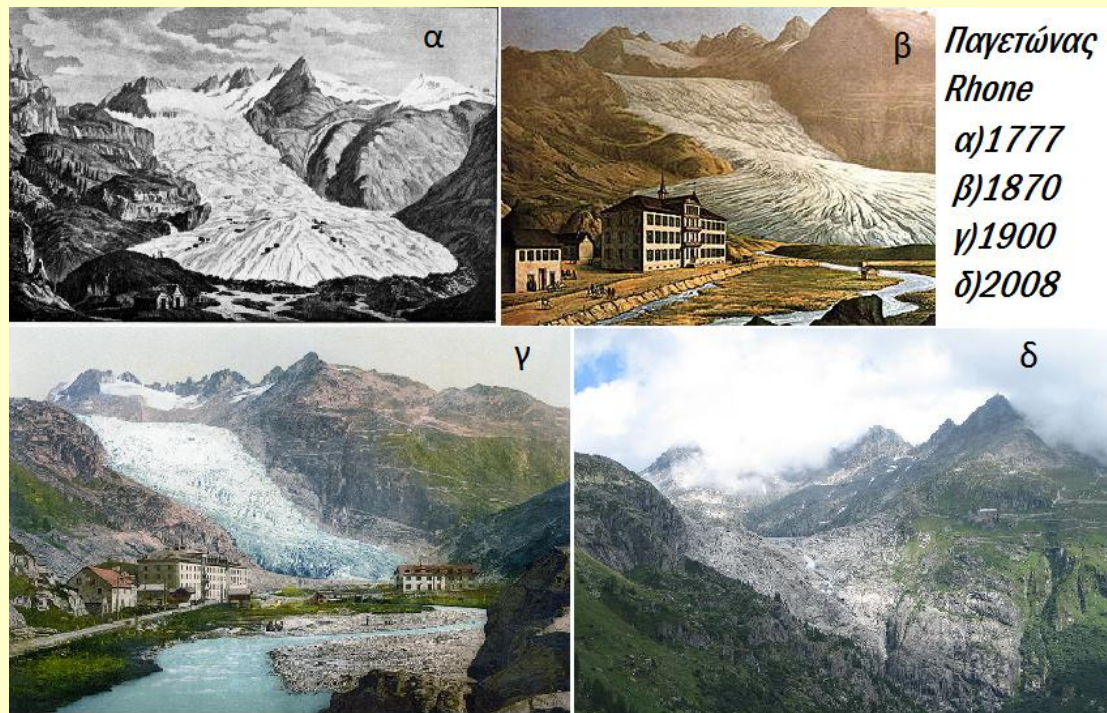
Σχήμα 13. Αριθμός καταγεγραμμένων θαλάσσιων πλημμυρών ανά αιώνα στη περιοχή της Βόρειας Θάλασσας.

V. Οι Παγετώνες

Η επέκταση των παγετώνων κατά τη Μικρή Εποχή των Παγετώνων τεκμηριώνεται από όλες τις ηπείρους (εκτός από την Ανταρκτική) και σε μεγάλα νησιά από τη Νέα Ζηλανδία έως το Σβάλμπαρντ (Grove 1988). Τα καλύτερα ιστορικά στοιχεία προέρχονται από τις Άλπεις, την Σκανδιναβία και την Ισλανδία. Η Μικρή Εποχή των Παγετώνων δεν ήταν ένα ενιαίο, ομοιόμορφο ψυχρό κλιματικό επεισόδιο. Στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική, συνέβησαν τουλάχιστον έξι φάσεις της επέκτασης των παγετώνων και διαχωρίστηκαν με ηπιότερα χρονικά διαστήματα.

Τα πρώτα ενδεικτικά στοιχεία εκδήλωσης του LIA και αύξησης των παγετώνων τόσο σε έκταση όσο και σε όγκο προέρχονται από την

Ευρώπη (Lamp 1977). Οι παγετώνες άρχισαν να εξαπλώνονται και να καλύπτουν πολύ μεγαλύτερες εκτάσεις από αυτές που κάλυπταν τον 19^ο αιώνα. Ωστόσο λίγες είναι οι περιοχές με καταγεγραμμένα ιστορικά δεδομένα που να περιγράφουν την εξέλιξη των παγετώνων πριν το 1850. Στις περισσότερες περιοχές η μελέτη των παγετώνων πραγματοποιείται με τη ραδιοχρονολόγηση του ¹⁴C.



Η εξέλιξη του παγετώνα Rhone (Ελβετία).

Χαρακτηριστική ένδειξη της παγοκάλυψης αποτέλεσαν ιστορικές καταγραφές οι οποίες ανέφεραν ότι ακόμα και από τα υψηλότερα σημεία δεν ήταν ορατή η θάλασσα παρά μόνο τεράστιες εκτάσεις πάγου. Η μελέτη των παγετώνων μπορεί να παρέχει πληροφορίες για τη κατάσταση του κλίματος για μεγάλες χρονικές περιόδους. Παρόλο που είναι δύσκολο να προσδιοριστεί ακριβώς η μεταβολή της τάσης θερμοκρασίας κάποια φαινόμενα λειτουργούν ως προάγγελοι αυτών των μεταβολών. Η πρόοδος των παγετώνων στην Ευρώπη ξεκίνησε περίπου στα μέσα του 13^{ου} αιώνα όπου κατοικημένες περιοχές σε μεγάλα υψόμετρα στις Άλπεις καταστράφηκαν εξαιτίας αυτή της προόδου. Κατά τον 16^ο αιώνα ακολούθησε περαιτέρω ανάπτυξη των παγετώνων.

Απόδειξη αποτελεί ο αποκλεισμός της κοιλάδας του Sass στην Ελβετία και του ποταμού της το 1589 από τους παγετώνες με αποτέλεσμα τον σχηματισμό λίμνης. Τελικά ο ποταμός διέσπασε τον πάγο προκαλώντας πλημμύρες. Αντίστοιχα φαινόμενα παρατηρήθηκαν αρκετές φορές κατά τη διάρκεια των δύο επόμενων αιώνων.

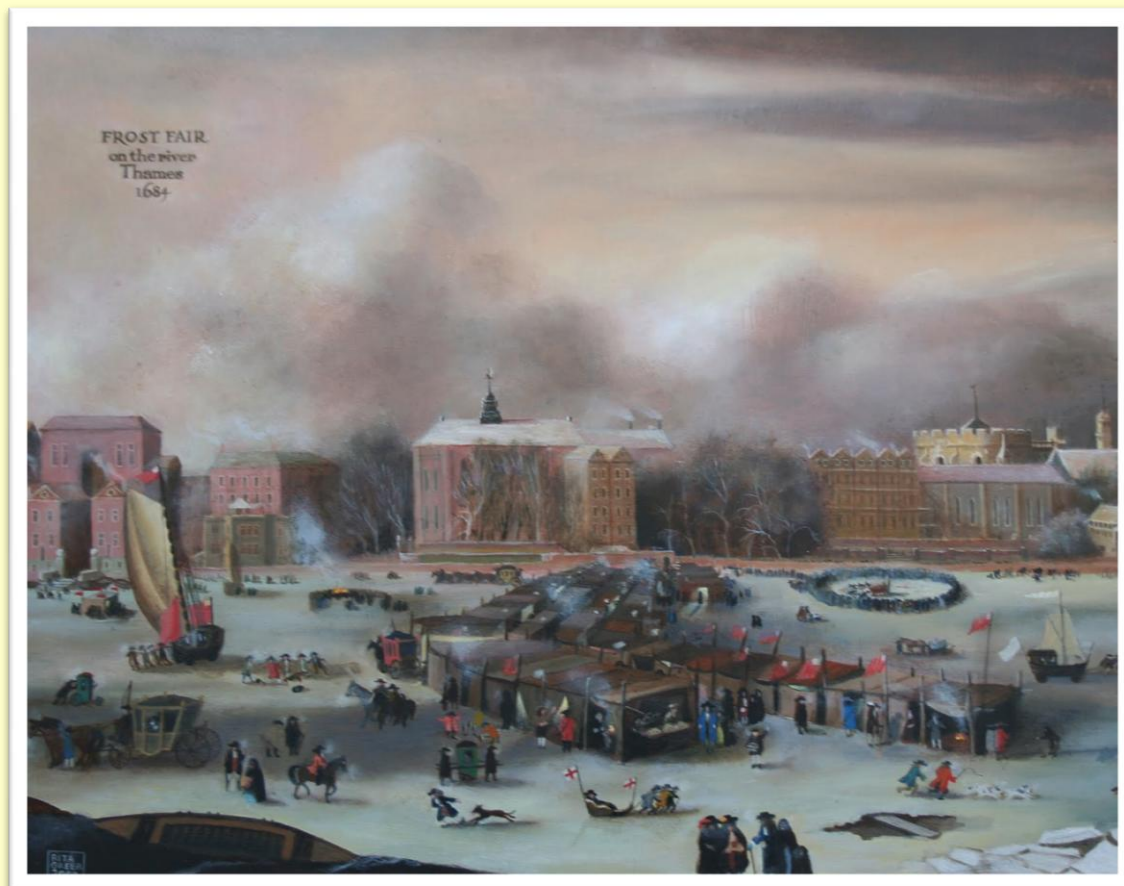
Προς τα τέλη της δεκαετίας του 1600 αντίστοιχα προβλήματα αντιμετώπισαν περιοχές της Γαλλίας. Η ανάπτυξη των παγετώνων στην περιοχή του Mont Blanc, στη Γαλλία, κατέστρεψε τρία χωριά και σε μεγάλο βαθμό ένα τέταρτο μεταξύ 1600 και 1610. Το παλαιότερο από αυτά τα χωριά υπήρχε από το 1200. Από τα τέλη της δεκαετίας του 1600 μέχρι το 1920, η θερμοκρασία το καλοκαίρι στις γαλλικές Άλπεις ήταν κατά μέσο όρο $0,7^{\circ}\text{C}$ χαμηλότερη από τη μέση τιμή για τα τέλη του 20ου αιώνα (1961–1990), σύμφωνα με τα δεδομένων από κορμούς δέντρων (Corona et al. 2011).

Τρεις βασικές παγετωνικές περιόδους κατά τη διάρκεια του LIA ήταν αυτή μεταξύ του 1250 – 1300, μεταξύ του 1540 – 1700 και μεταξύ του 1780 – 1850. Για τη τελευταία από τις τρεις περιόδους ο βασικός λόγος ανάπτυξης παγετώνων ήταν η αύξηση των υψών κατακρήμνισης, για τη δεύτερη η αύξηση των ποσοστών χιονόπτωσης με ταυτόχρονη μείωση των θερινών περιόδων ενώ τα αίτια ανάπτυξης των παγετώνων κατά τη περίοδο 1250 – 1300 εμφανίζουν περισσότερες αναλογίες με εκείνα για τη περίοδο γύρω στο 1800.

Τα έτη μεταξύ 1630 – 1780 βρισκόταν σε εξέλιξη η ψυχρότερη περίοδος του LIA. Οι θερμοκρασίες κυμαίνονταν σε αρκετά χαμηλά επίπεδα και στην Αγγλία η περίοδος ανάπτυξης των καλλιεργειών είχε μειωθεί κατά πέντε εβδομάδες σε σχέση με τις θερμές περιόδους του 20^{ου} αιώνα. Ο αριθμός των ημερών όπου το έδαφος ήταν καλυμμένο από χιόνι, στην Αγγλία και την Ολλανδία ήταν περίπου 20 μέρες σε σχέση με το σήμερα όπου κυμαίνεται από 2 έως 10 μέρες.

Ο χειμώνας 1683 – 1684 ήταν τόσο ψυχρός που το έδαφος πάγωσε σε βάθος 1 μέτρου στην νοτιοανατολική Αγγλία και τη Βόρεια Γαλλία ενώ η κατάσταση στην Ισλανδία ήταν ακόμα χειρότερη. Στη Σκωτία διάφορες

περιγραφές ηλικιωμένων ανθρώπων αναφέρουν πρωτοφανή γι' αυτούς καιρικά φαινόμενα



Ο ποταμός Thames του Λονδίνου παγωμένος το έτος 1684

Στη περιοχή των Άλπεων μπορούμε να διακρίνουμε τρεις φάσεις επέκτασης των παγετώνων. Η πρώτη συνέβη το 1385, η δεύτερη στα μέσα του 17^{ου} αιώνα και η τρίτη το 1860. Κάθε μια φάση ήταν το αποτέλεσμα ενός συγκεκριμένου συνδυασμού της θερμοκρασίας και του υετού, που καθόριζαν την ισχύ τους.

Κατά τις περιόδους 1711 - 1724 και 1835 - 1849 σημειώθηκαν αναπτύξεις παγετώνων στην Β. Αμερική οι οποίοι ήταν υπεύθυνοι για την αύξηση της παγοκάλυψης στη θάλασσα της Αρκτικής. Στο ίδιο περίπου γεωγραφικό πλάτος, στην Ισλανδία, οι καταστροφές στις καλλιέργειες ήταν τεράστιες εξαιτίας της επέκτασης του πάγου. Οι

κλιματικές αλλαγές ήταν τόσο έντονες που ανάγκασαν τους Δανούς να εγκαταλείψουν τις νησιωτικές εκτάσεις, μεταναστεύοντας προς την Ευρώπη.

Ομοίως, στη Νορβηγία, οι παγετώνες στο Jostedalbreen όπου το κάλυμμα πάγου προχώρησε σημαντικά το 1700 και κατέστρεψε πολλά αγροκτήματα, ο τοπικός πληθυσμός περιορίστηκε να τρώει ψωμί που γίνεται με ένα μίγμα σίτου εδάφους, άχυρο και φλοιό πεύκου. Οι φόροι μειώθηκαν σε αγροκτήματα που υπέστησαν καταστροφές και πολλοί άνθρωποι αναγκάστηκαν να μεταναστεύσουν από την περιοχή ή να γίνουν ζητιάνοι.



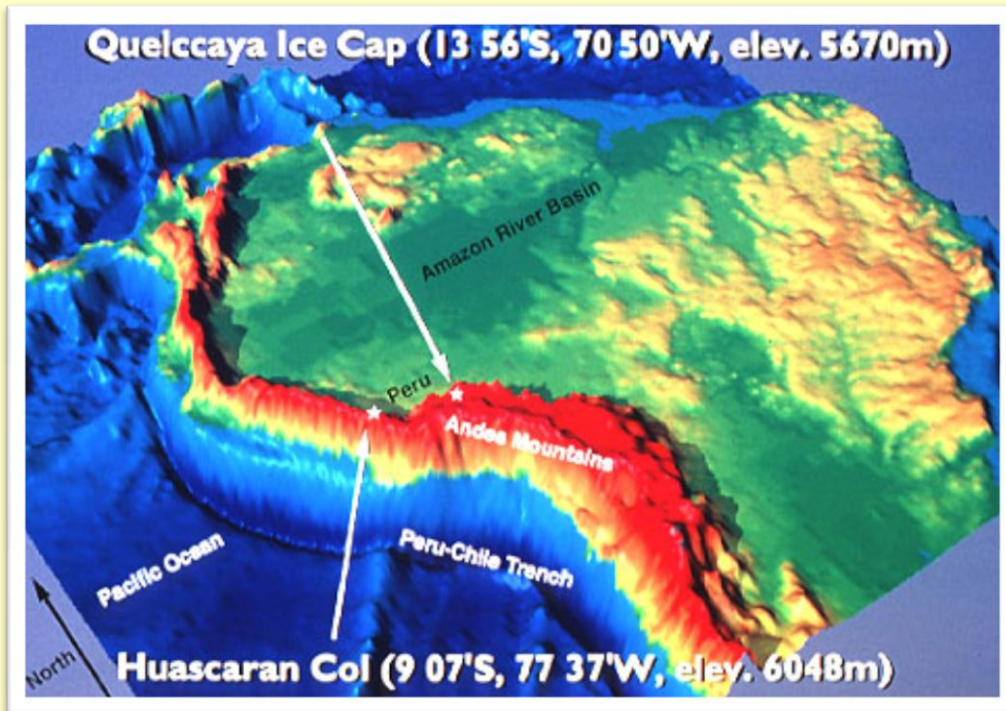
Ο παγετώνας Jostedalbreen στη Νορβηγία το 2009

Μερικές σημαντικές αναπτύξεις παγετώνων στην Ευρώπη αναφέρονται εδώ:

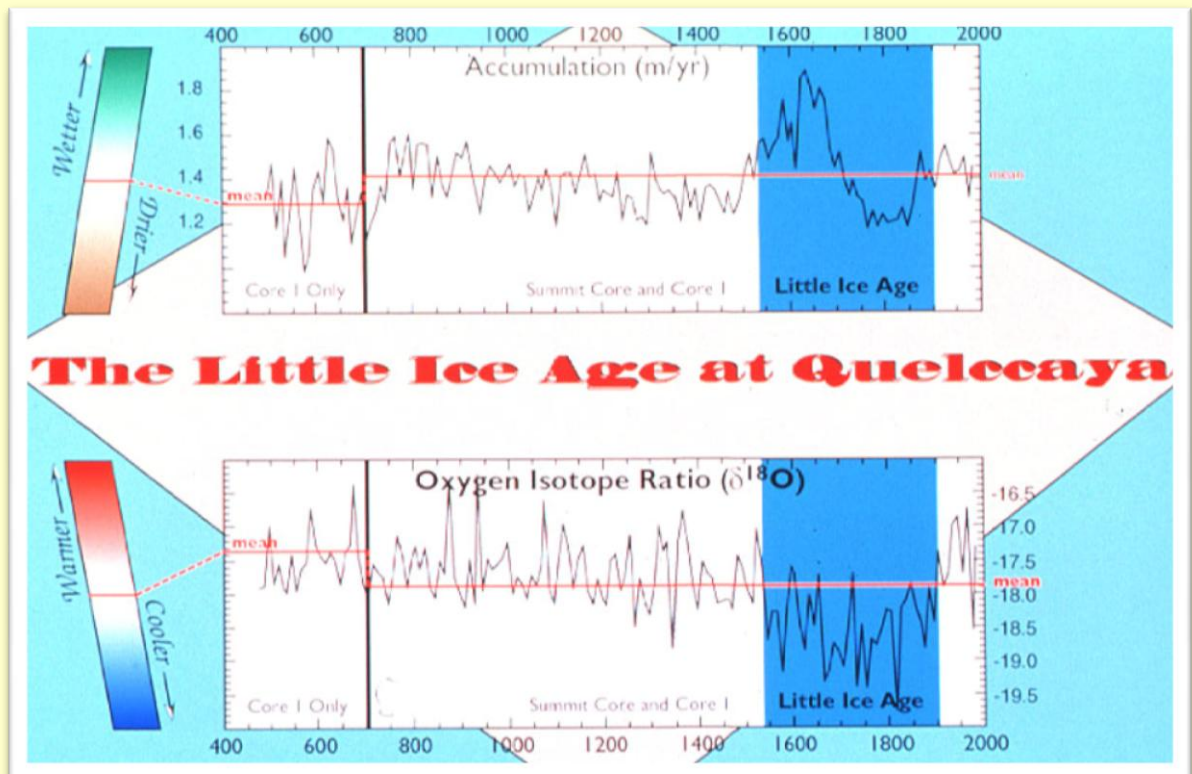
- **1560:** Ραγδαίες επεκτάσεις όλων των παγετώνων.
- **1595:** Η ανάπτυξη παγετώνα Gietroz (Ελβετία) προκάλεσε πλημμύρα του ποταμού Dranse και της περιοχής Bagne όπου 70 άνθρωποι πέθαναν.

- **1600–1610:** Η ανάπτυξη του παγετώνα Chamonix (Γαλλία) προκάλεσε μαζικές πλημμύρες (καλοκαιρινούς μήνες), οι οποίες κατέστρεψαν τρία χωριά και προκάλεσαν σημαντικές καταστροφές σε ένα άλλο.
- **1670–1680:** Οι μεγαλύτερες αναπτύξεις παγετώνων που έχουν καταγραφεί στην ιστορία των Ανατολικών Άλπεων. Αξιοσημείωτη μείωση του πληθυσμού την στιγμή όπου στην υπόλοιπη Ευρώπη σημείωνε αύξηση.
- **1695 – 1709:** Ραγδαία ανάπτυξη των παγετώνων στην Ισλανδία προκαλώντας τεράστιες καταστροφές.
- **1710 – 1735:** Ένας παγετώνας στην Νορβηγία παρουσίασε ανάπτυξη με ρυθμό 100 μέτρα τον χρόνο για μια χρονική περίοδο 25 χρόνων.
- **1748 – 1750:** Οι παγετώνες στην Νορβηγία έφτασαν στο μέγιστο μέγεθός τους κατά τη διάρκεια του LIA.
- **1816 – 1825:** Μειωμένος ο ρυθμός ανάπτυξης των παγετώνων σε όλες τις περιοχές που προαναφέρθηκαν.
- **1850 – 1890:** Η μέγιστη ανάπτυξη των παγετώνων σε Καναδά και Ιρλανδία (Stephen C. Porter 1995).

Μερικοί κλιματολόγοι καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι το LIA ήταν ένα περιφερειακό φαινόμενο και όχι παγκόσμιο. Αυτή η άποψη έρχεται σε έντονη αντίθεση με στοιχεία από παγετώνες των βουνών σε τροπικές περιοχές. Το κάλυμμα πάγου Quelccaya στα βουνά των Άνδεων του Νότιου Περού είναι ένα παράδειγμα. Πυρήνες πάγου (Σχ. 14) παρέχουν άμεση απόδειξη για ψυχρότερο κλίμα μεταξύ 1500 και 1900 (Thompson et al. 1986), καθώς το κάλυμμα πάγου Quelccaya είχε φτάσει στο μέγιστο της περιόδου του Ολόκαινου κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου (Kelly et al. 2012).

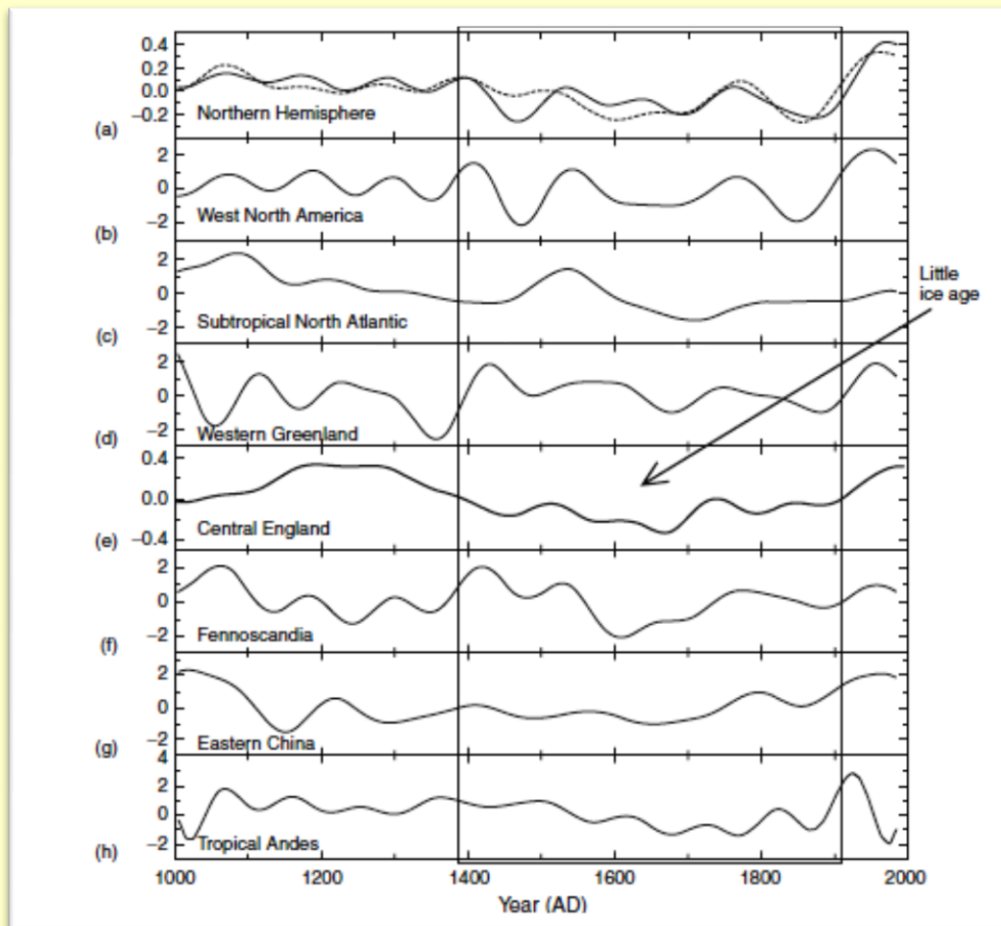


Το Quelccaya είναι κάλυμμα πάγου που βρίσκεται στο Altiplano του Περού, σε υψόμετρο > 5600 μ (> 18.000 πόδια). From World Data Center for [Paleoclimatology](#) (educational slide set).



Σχήμα 14. Συγκέντρωση ^{18}O για πυρήνες πάγου από το κάλυμμα πάγου Quelccaya, Περού. Η περίοδος της Μικρή Εποχή των Παγετώνων ξεχωρίζει ως ένα διάστημα με ψυχρότερες θερμοκρασίες (χαμηλές συγκεντρώσεις ^{18}O). Τα στοιχεία αυτά αποδεικνύουν τη Μικρή Εποχή των Παγετώνων ήταν ένα κλιματικό επεισόδιο παγκόσμιας σημασίας.

From World Data Center for [Paleoclimatology](#) (educational slide set).



Σχήμα 15. Η μεταβολή των θερμοκρασιών σε διάφορες περιοχές του πλανήτη από τον 9^ο έως τον 20^ο αιώνα.

VI. Επιπτώσεις στον πληθυσμό

Ο πληθυσμός της Ευρώπης, με εξαίρεση την Ρωσία και τα Βαλκάνια, πιθανόν να μειώθηκε μετά το 1650. Οι πληθυσμοί της Ισλανδίας και της Σκωτίας έχει αποδειχθεί ότι είχαν υποστεί μειώσεις και πιθανόν αντίστοιχα φαινόμενα να σημειώθηκαν σε κράτη βορειότερα των Άλπεων με εξαίρεση την Αγγλία. Η μείωση του πληθυσμού στην Ισλανδία και τη Σκωτία οφείλεται στις ψυχρές θερμοκρασίες. Στη Φιλανδία, εξαιτίας του λιμού του 1696, ο πληθυσμός της μειώθηκε στο ένα τρίτο, με αποτέλεσμα να αποδυναμωθεί στρατηγικά. Ο Crosby (1972) αναφέρει ότι ο πληθυσμός της Γαλλίας μειώθηκε κατά τη διάρκεια των πρώτων δεκαετιών του 18^{ου} αιώνα εξαιτίας ελλειμματικών σοδιών ενώ η καλλιέργεια του καλαμποκιού στα νότια τμήματα κυμαίνονταν σε

ικανοποιητικά επίπεδα. Στην Ιταλία ο πληθυσμός μειώθηκε κατά τη περίοδο 1650 - 1700. Στη περιοχή της Ινδίας δεν παρατηρήθηκε κάποια αξιοσημείωτη μεταβολή του πληθυσμού.

Με εξαίρεση την Ευρώπη, δεν υπάρχουν αποδείξεις μετακινήσεων πληθυσμού σε άλλα τμήματα του πλανήτη. Στα νότια τμήματα της Ευρώπης σημαντικός παράγοντας αποτέλεσε ο αφανισμός των καλλιέργειών κατά τη διάρκεια βροχερών και ψυχρών θερινών μηνών. Είναι γνωστό από αναφορές ότι τη δεκαετία του 1690 τη στιγμή που επικρατούσαν χαμηλές θερμοκρασίες στη δυτική Ευρώπη, στα δυτικά και τα βορειοδυτικά τμήματα της Σιβηρίας επικρατούσαν υψηλές θερμοκρασίες. Την ίδια χρονική περίοδο, άνυδρες περιοχές της Ασίας πιθανόν να επωφελήθηκαν από την αύξηση της στάθμης της Κασπίας θάλασσας καθώς και των λιμνών στις γειτονικές περιοχές. Η υπάρχουσα κατάσταση πιθανόν να αποτέλεσε αίτιο μετακίνησης μεγάλου αριθμού ατόμων. Τέλος, στην Αφρική οι κλιματικές μεταβολές προκάλεσαν φαινόμενα ξηρασίας τα οποία με τη σειρά τους οδήγησαν σε μείωση του πληθυσμού εξαιτίας της έλλειψης νερού.

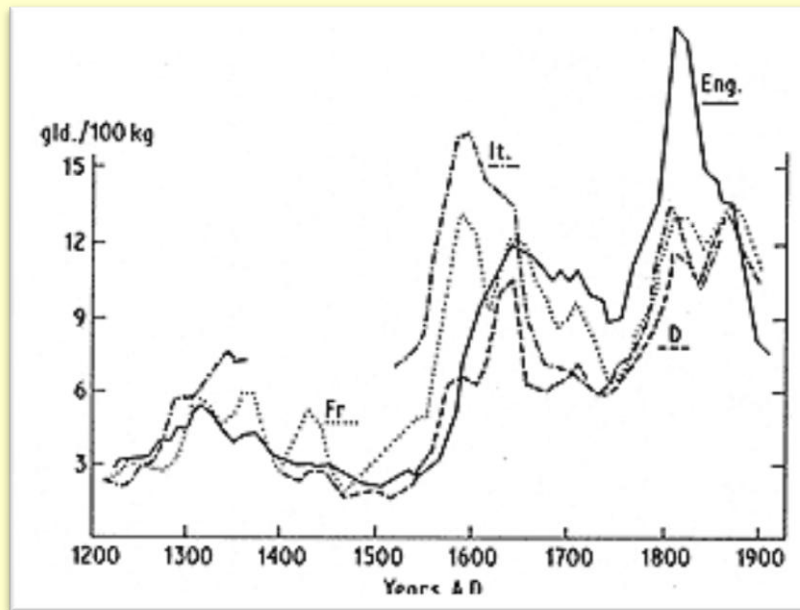
VII. Επίδραση στη γεωργία

Κατά τη περίοδο του LIA, τη πιο καταστροφική επίδραση στις καλλιέργειες της κεντρικής και δυτικής Ευρώπης επέφερε η υγρασία. Οι συνεχείς βροχοπτώσεις είχαν σαν αποτέλεσμα τη μείωση της περιεκτικότητας των καρπών σε αλεύρι με αποτέλεσμα να επικρατήσουν ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη της μούχλας. Οι τεράστιες απώλειες που προκλήθηκαν από έντομα και μύκητες κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης των καρπών είχαν σαν αποτέλεσμα την υπερβολική άνοδο των τιμών τους και τον υποσιτισμό μεγάλου μέρους του πληθυσμού.

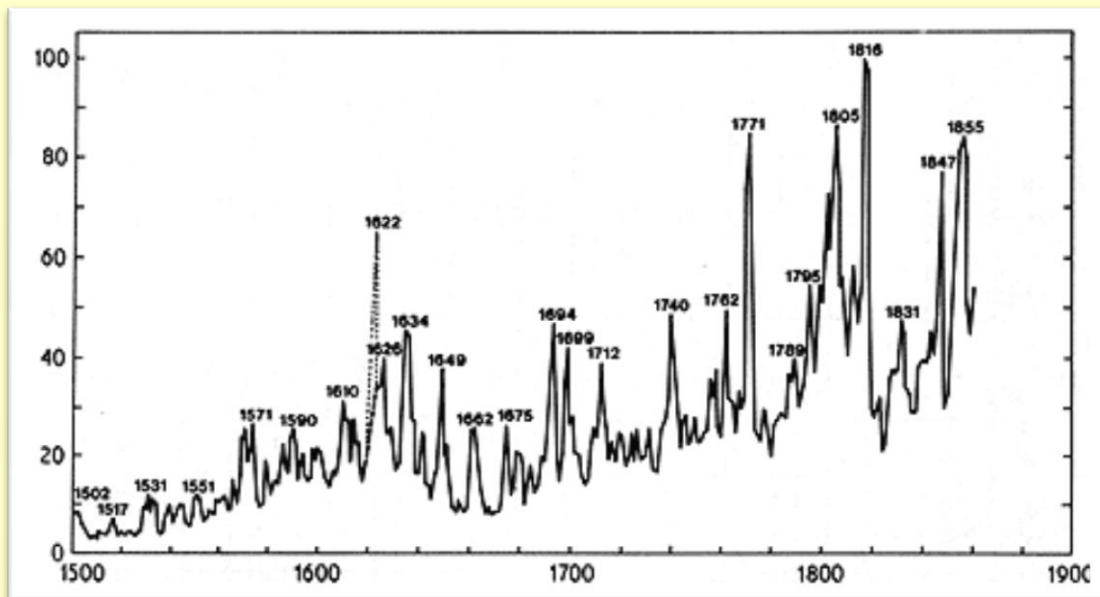
Ο Lamb⁷ (1966) επισήμανε ότι κατά τις θερμότερες περιόδους των τελευταίων 1000 ετών, τα νότια τμήματα της Αγγλίας είχαν το ίδιο κλίμα με αυτό που έχει τώρα η βόρεια Γαλλία. Οι περίοδοι ανάπτυξης των καλλιεργειών των θερμών και των ψυχρών περιόδων κατά τη διάρκεια της τελευταίας χιλιετίας έχει μετατραπεί σε ποσοστό 15% με 20% αντίστοιχα. Το ποσοστό αυτό είναι αρκετό να έχει επιπτώσεις σχεδόν σε οποιοδήποτε τύπο καλλιέργειας και ειδικά στις καλλιέργειες που αναπτύσσονται τις θερμές περιόδους του έτους. Κατά τη διάρκεια των ψυχρότερων ετών του LIA, στην Αγγλία, η περίοδος ανάπτυξης των καλλιεργειών είχε ελαττωθεί κατά ένα έως δύο μήνες σε σχέση με σήμερα. Ο σημερινός βαθμός διαθεσιμότητας στη ποικιλία τροφών, ακόμα και σε περιπτώσεις υπερβολικού ψύχους ή ζέστης καθώς και σε περιπτώσεις ισχυρής ξηρασίας ή υγρασίας, δεν ήταν υπαρκτός σε παλαιότερες εποχές. Συνεπώς οι κλιματικές αλλαγές στον τομέα της γεωργίας είχαν ισχυρότερη επίδραση σε σχέση με το σήμερα.

Το 1400 οι θερμοκρασίες στην Αγγλία ήταν αρκετά χαμηλές πλήγοντας τις καλλιέργειες σταφυλιού, ενώ η καλλιέργεια των δημητριακών τερματίστηκε κατά τον 14^ο αιώνα στην Ισλανδία. Στο σχήμα 16 και στο σχήμα 17 αναπαρίστανται οι τιμές του σιταριού και της σίκαλης αντίστοιχα, σε διάφορες περιοχές της Ευρώπης κατά τη διάρκεια του LIA.

7- [Hubert Lamb](#)



Σχήμα 16. Οι τιμές τους σπάλειρου ανά 100kg σε Ολλανδικά γκίλντερ σε διάφορες χώρες (Γαλλία, Ιταλία, Γερμανία, Αγγλία) κατά τη διάρκεια του ΛΙΑ.



Σχήμα 17. Η τιμή της σίκαλης κατά τη διάρκεια του ΛΙΑ στη Γερμανία εκφρασμένη σε δείκτη.

Στο σχήμα καθένα από τα μέγιστα σημεία της καμπύλης των τιμών αντιστοιχεί σε μια ιδιαίτερα φτωχή συγκομιδή, οι οποίες οφείλονται κυρίως στο έτος 1816 (το έτος χωρίς καλοκαίρι). Ένα από τα χειρότερα

κρούσματα λιμού στο δέκατο έβδομο αιώνα εμφανίστηκε στη Γαλλία λόγω της αποτυχημένης συγκομιδής του 1693 όπου εκατομμύρια άνθρωποι στη Γαλλία και τις γειτονικές χώρες πέθαναν.

Τα αγροκτήματα της Ελβετίας κατά τη διάρκεια του ΛΙΑ υπέστησαν σημαντικές καταστροφές. Εξαιτίας των καιρικών συνθηκών η εκτεταμένη κάλυψη του εδάφους από χιόνι οδήγησε στην επικράτηση ιδανικών συνθηκών έτσι ώστε να ευδοκιμήσει ένα παράσιτο με το όνομα *fusarium nivale*, το οποίο ήταν ο δραστικότερος παράγοντας καταστροφής των καλλιεργειών. Επιπλέον, λόγω του αυξανόμενου αριθμού ημερών χιονοκάλυψης, τα αποθέματα σανού για τα ζώα εξαντλήθηκαν με αποτέλεσμα να ταΐζονται με κλαδιά άχυρου και πεύκου. Ως κατάληξη αυτής της κατάστασης ήταν ο σφαγιασμός μεγάλου αριθμού αγελάδων.

Στη Νορβηγία πολλά αγροκτήματα στα βορειότερα γεωγραφικά πλάτη εγκαταλείφθηκαν από τους κατοίκους προς ανεύρεση καλύτερου εδάφους στις κοιλάδες. Το έτος 1387, η ελλιπής παραγωγή οδήγησε σε μείωση των φόρων η οποία έφτασε μέχρι το ποσοστό 70% σε σχέση με το 1300. Στη δεκαετία του 1460 θεμελιώθηκε πια ότι αυτή η κλιματική αλλαγή δεν ήταν παροδικό φαινόμενο αλλά απεικόνιζε μια μόνιμη κατάσταση. Το έτος 1665, καταγράφηκε ότι η συνολική συγκομιδή σιταριού της Νορβηγίας ήταν μόνο το 67%-70% σε σχέση με την αντίστοιχη για το έτος 1300.

Τα κρούσματα παγετού που παρατηρήθηκαν στη Κίνα κατά τη περίοδο 1646 - 1676 οδήγησαν στη καταστροφή των καλλιεργειών πορτοκαλιού.

Στη Βρετανία, οι τιμές σιτηρών αυξήθηκαν κατακόρυφα τη χρονική περίοδο από το 1836 έως το 1841 εξαιτίας των σοδιών χαμηλής παραγωγικότητας που συνδέθηκαν με τη πτώση της θερμοκρασίας. Η πτώση της θερμοκρασίας προκλήθηκε από την εισαγωγή αερολυμάτων στην ατμόσφαιρα από τις ηφαιστειακές εκρήξεις. Το θερμό και υγρό καλοκαίρι του 1846 της Ιρλανδίας έγινε η αιτία να μολυνθούν οι καλλιέργειες πατάτας με αποτέλεσμα να επιδεινωθεί επιπλέον η ήδη επιβαρημένη αγροτική οικονομία της, ενώ μέχρι το 1848 ο πληθυσμός της είχε μειωθεί κατά ένα τέταρτο, είτε γιατί πέθανε εξαιτίας του λιμού, είτε για μετανάστευσε.

Ο Ladurie⁸ (1971) ανέφερε ότι υπήρξαν πολλά «άσχημα έτη» για τη παραγωγή κρασιού κατά τη διάρκεια του LIA στη Γαλλία και τις γειτονικές χώρες λόγω των καθυστερημένων συγκομιδών και των πολύ υγρών θερινών περιόδων. Η καλλιέργεια σταφυλιών ήταν εκτενής στα νότια τμήματα της Αγγλίας κατά τη περίοδο από το 1100 έως το 1300, ενώ αντίστοιχη ανάπτυξη υπήρξε στη Βόρεια Γαλλία και τη Γερμανία. Τη περίοδο που ανήλθε στο θρόνο ο βασιλιάς Henry ο 13^{ος} , υπήρχαν 139 αμπελώνες μεγάλης έκτασης στην Αγγλία και την Ουαλία. Από αυτούς οι 10 ήταν υπό την κατοχή του παλατιού, οι 67 σε οικογένειες ευγενών και αριστοκρατών και οι 52 στην εκκλησία. Στη πραγματικότητα, ο Lamb (1995) αναφέρει ότι κατά τη διάρκεια εκείνης της περιόδου η ποσότητα οίνου που παρήχθη στην Αγγλία ήταν σε τέτοιο επίπεδο που μπορεί να ανταγωνιστεί τις παραγωγές της Γαλλίας. Με την έλευση του ψυχρότερου κλίματος από το 1400, οι θερμοκρασίες μειώθηκαν δραστικά και το γεγονός αυτό αποτέλεσε ανασταλτικό παράγοντα στη καλλιέργεια των αμπελιών και οι αμπελώνες στη νότια Αγγλία υπέστησαν μαρασμό. Τόσο η Γαλλία όσο και η Γερμανία αντιμετώπισαν αντίστοιχα προβλήματα με αποτέλεσμα να παρατηρηθεί σημαντική μείωση της παραγωγής κρασιού κατά τη περίοδο του LIA. Τη χρονική περίοδο από το 1400 έως το 1700 η παραγωγή κρασιού δεν ξεπέρασε σε ποσοστό το 53% της παραγωγής πριν το 1300, ενώ παρατηρήθηκαν και περίοδοι με παραγωγή ίση με το 20% της παραγωγής πριν το 1300.

Μια μελέτη για τον πληθυσμό των δέντρων στα δάση του νότιου Οντάριο από τον Campbell και τον Mc Andrews⁹ (1993) αποδεικνύει πώς και ο πληθυσμός των δέντρων στην Ευρώπη μπορεί να έχει πληγεί κατά τη περίοδο του LIA. Η ανάλυση που έγινε στη γύρη τους, κατέδειξε ότι μετά από το έτος 1400, οι οξιές που αποτελούσαν το κυρίαρχο είδος στο παρελθόν, αντικαταστάθηκαν πρώτα από βελανιδιές και στη συνέχεια από πεύκη.

8- Emmanuel Le Roy Ladurie

Αυτό δεν γίνεται άμεσα κατανοητό επειδή η οξιά είναι πιο ψυχρόβιο φυτό από το πεύκο και τη βελανιδιά, όμως οι ρίζες της οξιάς δεν έχουν μεγάλο βάθος καθώς κινούνται παράλληλα με το έδαφος. Έτσι αν συνυπολογίσουμε πως το έδαφος πάγωνε σε βάθος έως και 1 μέτρο εύκολα καταλαβαίνουμε τι επιπτώσεις είχε αυτό στα δάση. Περαιτέρω, ακόμα και σήμερα διάφορες μελέτες αναδεικνύουν μια δυσαναλογία μεταξύ των δασών και των επικρατούντων κλιματικών συνθηκών. Το παραπάνω αποδεικνύει ότι η κατανομή του πληθυσμού των δέντρων απαιτεί δεκάδες χρόνια έτσι ώστε να ανακάμψει από την επίδραση των βασικών κλιματικών αλλαγών.

Κατά τη διάρκεια του LIA οι αγρότες επινόησαν νέες μεθόδους καλλιέργειας της γης. Αρχικά οι καινοτομίες προήλθαν από τους Φλαμανδούς και τους Ολλανδούς τον 14^ο και 15^ο αιώνα όπου έκτισαν ανεμόμυλους για να αποξηράνουν τις περιοχές τους έτσι ώστε να τις καλλιεργήσουν προσφέροντας τροφή στα ζώα τους αλλά και τους ίδιους. Οι νέες καλλιέργειες αποτελούνταν από αρακά, κουκιά και από τριφύλλι με σκοπό να αναπληρωθεί η ποσότητα του αζώτου στο έδαφος. Η αύξηση του πληθυσμού των βοδιών βοήθησε τους αγρότες να οργώσουν μεγάλες εδαφικές εκτάσεις φυτεύοντας σιτηρά. Οι Ολλανδοί βασιζόμενοι σε αυτές τις καινοτομίες από τα τέλη του 16^{ου} αιώνα μέχρι τις αρχές του 19^{ου} είχαν αναπτύξει την έκταση των καλλιεργειών τους σε 100.000 εκτάρια. Η εξέλιξη τους στον τομέα της γεωργίας λειτούργησε ως αντίβαρο στις κλιματικές αλλαγές καθώς και στις κοινωνικές ανακατατάξεις της εποχής προσφέροντάς τους μεγάλα κέρδη και στη δημιουργία της πρώτης σύγχρονης οικονομίας στην Ευρώπη. Η τεχνογνωσία των Ολλανδών και των Φλαμανδών μεταφέρθηκε στην Αγγλία τον 17^ο και τον 18^ο αιώνα ενώ στη Γαλλία μετέπειτα. Ένα αιώνα μετά τη βασιλεία της Ελισσάβετ, ο πληθυσμός της Αγγλίας σε σχέση με τη δεκαετία του 1350 είχε διπλασιαστεί φτάνοντας τα 7 εκατομμύρια. Οι ανάγκες για τροφή πλέον καλύπτονταν εκ των έσω, ενώ μάλιστα γίνονταν εξαγωγές σε άλλα κράτη και μόνο η βρώμη εισαγόταν από την Ιρλανδία. Οι απαιτήσεις για καλύτερη εκμετάλλευση της γης οδήγησε στον διαμελισμό της και στην απόκτηση μεγάλων εκτάσεων από

κτηματίες ενώ υπήρχαν και αγρότες όπου εκμεταλλεύτηκαν μικρά τμήματά της.

9- [Cambell and McAndrews](#)

VIII. Η επίδραση στην υγεία του πληθυσμού

Η ψυχρότερη περίοδος του LIA προκάλεσε τεράστια επίδραση στην υγεία των Ευρωπαϊκών πληθυσμών. Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, η πείνα και ο λιμός ήταν ο λόγος που εκατομμύρια άνθρωποι πέθαναν, ενώ η ελλιπής διατροφή ήταν υπεύθυνη για τη μείωση του αναστήματος των Βίκινγκς στη Γροιλανδία και την Ισλανδία.

Τα ψυχρά και υγρά καλοκαίρια οδήγησαν στην εμφάνιση μιας ασθένειας αποκαλούμενη ως St. Anthony's Fire. Ολόκληρα χωριά θα υφίσταντο αναταραχές, κρούσματα γάγγραινας ακόμη και κρούσματα θανάτου. Η αποθήκευση του σιταριού σε χώρους όπου επικρατούσαν χαμηλές θερμοκρασίες και συνθήκες υγρασίας, είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη ενός μύκητα γνωστό με την ονομασία εργότιο (ergot) ο οποίος ήταν υπεύθυνος για φαινόμενα σήψης που παρατηρήθηκαν (η περαιτέρω διαδικασία ζύμωσής του έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας ναρκωτικής ουσίας γνωστή σήμερα ως LSD).

Τα κρούσματα υποσιτισμού στην Αγγλία επιδείνωσαν την επιδημία γρίπης την χρονική περίοδο 1557 - 1558 κατά τη διάρκεια της οποίας ολόκληρες οικογένειες πέθαναν. Στη πραγματικότητα, κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1550 ο αριθμός των θανάτων ξεπέρασε αυτόν των γεννήσεων. Ο Μαύρος Θάνατος (πανούκλα ή black death), με τη βοήθεια των καιρικών συνθηκών, επιταχύνθηκε ενώ λειτούργησε αθροιστικά με τα φαινόμενα υποσιτισμού σε όλη την Ευρώπη με αποτέλεσμα μεγάλος αριθμός ατόμων να πεθάνει. Μεταξύ 1348 και 1351, το ένα τρίτο του πληθυσμού του τότε γνωστού στους Ευρωπαίους κόσμο, πέθανε από το χτύπημα του «Μαύρου Θανάτου».

Ο Reiter¹⁰ (2000) απέδειξε ότι η ελονοσία, παρόλο που πρόκειται για μια ασθένεια που συναντάται συνήθως στα τροπικά πλάτη, ήταν μια από τις βασικές αιτίες θανάτου σε μεμονωμένα τμήματα της Αγγλίας. Τον 16^ο αιώνα στην Αγγλία, πολλές ελώδεις περιοχές ήταν πασίγνωστες εξαιτίας του ότι οι παρακείμενες περιοχές είχαν πληγεί από τον ελώδη πυρετό. Ο αγγλικός όρος για την μαλάρια ήταν ο ελώδης πυρετός, ο οποίος διατηρήθηκε μέχρι και τον 19^ο αιώνα.

Ο όρος ελονοσία προέρχεται από τον ιταλικό όρο «mala aria» που σημαίνει «κακός αέρας». Πέντε είδη κουνουπιών, τα οποία αναπτύχθηκαν κοντά σε ελώδεις περιοχές και εκβολές ποταμών, θεωρούνται υπεύθυνα για την επιτάχυνση της διάδοσης της ελονοσίας στην Αγγλία.

Βάσει κειμένων εκείνης της εποχής καταγράφονται αρκετά κρούσματα μαζικών θανάτων με χαρακτηριστικές μειώσεις πληθυσμού σε μεγάλα τμήματα της Ευρώπης. Αρρώστιες όπως αυτή της πανούκλας επέφεραν καίριο πλήγμα στις ζωές των ανθρώπων, ενώ ως προοίμιο αυτής της κατάστασης αποτέλεσε η μείωση των αποθεμάτων τροφής για μια περίοδο 40 ετών πριν. Οι παραγωγές των καλλιεργειών καθώς και οι απογραφές πληθυσμού των οικόσιτων ζώων προδίδουν τις τότε δυσχερείς συνθήκες που επικρατούσαν.

Ο υποσιτισμός επέφερε καταστροφικές επιδημίες στις αρχές της δεκαετίας του 1640 με τους θανάτους να φτάνουν τις χιλιάδες στην Ιαπωνία και τις εκατοντάδες χιλιάδες στην Κορέα.

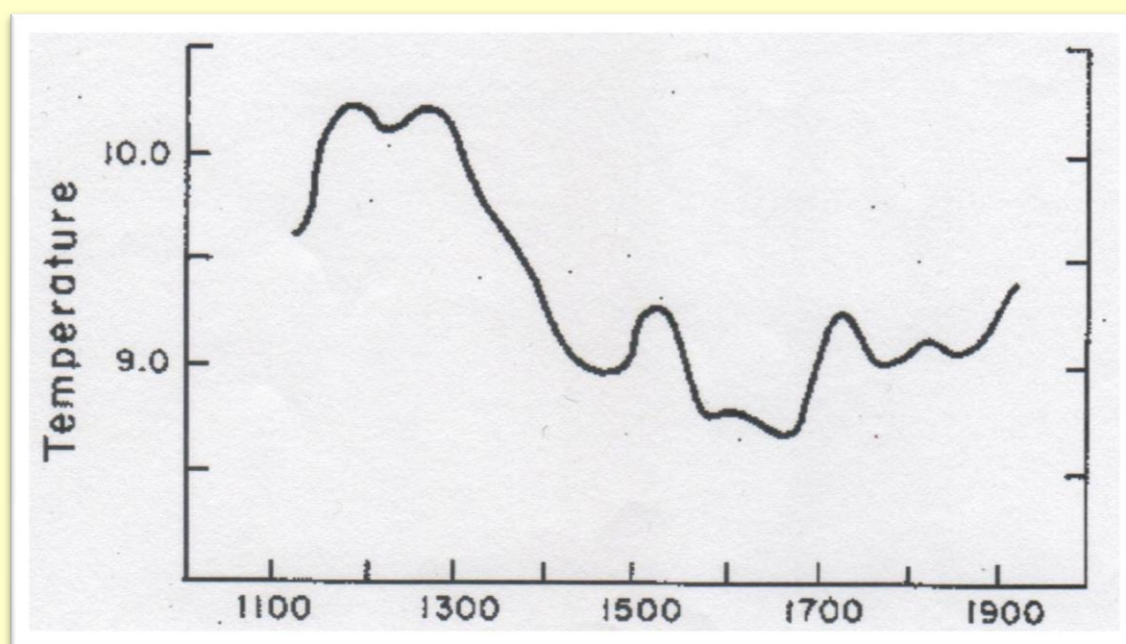
10- [Malaria-in-England-in-the-Little-Ice-Age-by-Paul-Reiter-2000](#)

ΙΧ. Επίδραση στην οικονομία

Εκτός από την αύξηση των τιμών σιταριού και της χαμηλότερης παραγωγής κρασιού, υπήρξαν πολλά παραδείγματα του οικονομικού αντικτύπου που επέφεραν οι κλιματολογικές μεταβολές κατά τη περίοδο του ΛΙΑ. Λόγω της πείνας, των θυελλών και της αύξησης των

παγετώνων, πολλές φάρμες καταστράφηκαν, οδηγώντας σε μείωση των φορολογικών εσόδων εξαιτίας της μείωσης της αξίας των περιουσιών.

Χρησιμοποιώντας ένα πλήθος δεικτών ο Lamb (1965) συνέταξε το προφίλ της μέσης θερμοκρασίας για τη περιοχή της Αγγλίας από το 1100 και μετά βασιζόμενος σε τιμές σοδειών και στη σφοδρότητα των χειμώνων σύμφωνα με ιστορικές καταγραφές. Παραδειγματος χάριν, στα χρόνια που διήρκησε το LIA η τιμή του σιτάλευρου αυξήθηκε πάνω από πέντε φορές αποδεικνύοντας τις μεγάλες ελλείψεις στη ποσότητά του. Μια μελέτη του Manley (1957) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι κατά τη διάρκεια των ψυχρότερων δεκαετιών του LIA η παραγωγική περίοδος ελαττώθηκε περίπου 3 - 4 βδομάδες.



Σχήμα 18. Εκτίμηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του LIA με τη χρησιμοποίηση κλιματικών, πολιτικών και κοινωνικών δεικτών.

Σε όλες τις χώρες που αναγράφονται στο σχήμα 15 (Lamb, Αγγλία, Ιταλία, Γερμανία, Γαλλία), διακρίνονται τρεις εποχές αύξησης των τιμών του σιτάλευρου. Η πρώτη αναφέρεται γύρω στο 1300, η δεύτερη στο 1600 και η τελευταία στο 1800 ενώ οι μεταβολές εντοπίζονται μεταξύ του 1500 και 1600-50. Η περίοδος των έντονων μεταβολών σημειώθηκε σε αρκετές περιοχές και ενδέχεται να οφείλεται και στους πολέμους ανά

περιοχή που συνέβησαν εκείνη τη περίοδο. Επίσης η έντονη αύξηση των τιμών κατά το 1800 πιθανολογείται ότι οφείλεται στους πολέμους του Ναπολέοντα οι οποίοι μείωσαν τις διαθέσιμες ποσότητες του σιτάλευρου ενώ επηρέασαν και τις εμπορικές συναλλαγές. Βέβαια η συγκεκριμένη περίοδος συνέπεσε με τις αναπτύξεις των παγετώνων στη θάλασσα της Αρκτικής κοντά στην Ισλανδία. Μεγαλύτερη βεβαιότητα υπάρχει, ότι οι σημαντικές αυξήσεις των τιμών σιτάλευρου τον 14^ο και 17^ο αιώνα προέκυψαν εξαιτίας των κλιματικών αλλαγών.

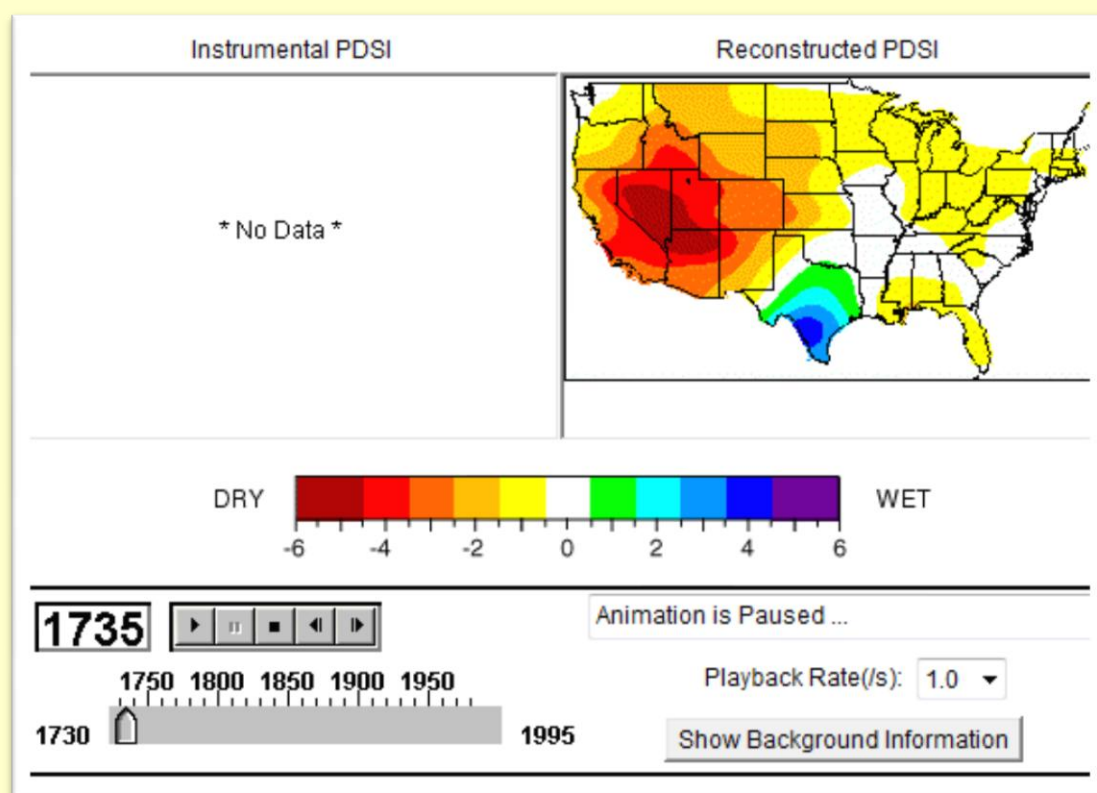
Στην Ασία οι επιδράσεις σε όλη τη διάρκεια του 17^{ου} αιώνα στον τομέα της οικονομίας ήταν δραματικές και χειρότερες από τα οικονομικά προβλήματα που αντιμετώπιζε η Ευρώπη την ίδια περίοδο. Από τη δεκαετία του 1630 η αυτοκρατορία των Μινγκ στη Κίνα αντιμετώπισε εκτεταμένες ξηρασίες. Η καθυστερημένη αντίδραση της τότε κυβέρνησης είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση κρουσμάτων ανταρσίας ενώ τη συγκεκριμένη περίοδο οι επιδρομές του Machu από τα βόρεια εντάθηκαν. Τη δεκαετία του 1640 ακόμα και εύφορες περιοχές όπως αυτές της κοιλάδας του ποταμού Γιάνκτσε (Yangtze), στο νότιο τμήμα, υπέφεραν αρχικά από τα φαινόμενα ξηρασίας ενώ μετά σημειώθηκαν πλημμύρες. Εκατομμύρια άνθρωποι πέθαναν από την έλλειψη τροφής και από τις αρρώστιες ενώ η αυτοκρατορία των Μινγκ κατέρρευσε το 1644.

Διάφοροι οικονομολόγοι - ιστορικοί μελετώντας τις τιμές του σιταριού για αιώνες, ανακάλυψαν τιμές οι οποίες κυμάνθηκαν από 50% έως 85% πάνω από την κανονική τιμή. Οι υπερβολικές τιμές οφείλονται στο γεγονός ότι οι έμποροι, εξαιτίας των ελλειμματικών σοδιών, διατήρησαν σε αποθήκες μεγάλες ποσότητες σιταριού, πουλώντας τις με σκοπό το κέρδος.

Η επίδραση στον τομέα της οικονομίας κατά τη διάρκεια του LIA δεν ήταν καθολικά αρνητική· σε κάποιες περιπτώσεις λειτούργησε θετικά. Η θαλάσσια περιοχή Newfoundland Banks, όπως είναι σήμερα γνωστή στον ανατολικό Καναδά, ήταν εύφορη προς αλίευση, όπως ανακαλύφθηκε από ένα ψαρά προς τα τέλη του 1400, εξαιτίας της μετακίνησης των ψαριών σε βορειότερα, ψυχρότερα ύδατα. Οι Άγγλοι εκμεταλλεύτηκαν την μετακίνηση των κοπαδιών της ρέγκας (συνήθως ζουν στα νερά της

Νορβηγίας) προς το νότο. Βασιζόμενοι στην αλιεία, ανέπτυξαν παραθαλάσσιες κοινωνίες ενώ ισχυροποιήθηκαν συνολικά και ως κράτος. Στη Νορβηγία, οι αποτυχημένες σοδιές της περιόδου 1680 - 1720 ήταν ο κυριότερος λόγος για τη ραγδαία ανάπτυξη της εμπορίας φαριών. Οι αγρότες που βρίσκονταν κοντά στη θάλασσα εξαιτίας των αποτυχημένων σοδειών τους αναγκάστηκαν να κατασκευάσουν πλοία τα οποία χρησιμοποίησαν στο εμπόριο ξυλείας.

Η Βόρεια Αμερική και κυρίως οι μεσοδυτικές περιοχές της, πλήττονταν από ψυχρές και ξηρές περιόδους ιδίως στις αρχές του 18^{ου} αιώνα (σχ. 18).



Σχήμα 19. Εκτίμηση των συνθηκών στις ΗΠΑ το 1735, μεγάλες εκτάσεις επλήγησαν από ξηρασίες ενώ οι χειμώνες ήταν ξηροί και δριμείς.

Χ. Επίδραση στην κοινωνία

Οι επικρατούσες συνθήκες κατά τη διάρκεια του ΛΙΑ οδήγησαν σε πολλές περιπτώσεις εμφάνιση φαινομένων κοινωνικών αναταραχών. Η ένταση της αλλαγής μπορεί να υπολογιστεί με δύο τρόπους. Με το μέγεθος των ανθρώπινων απωλειών εξαιτίας της δύναμης της φύσης, των επιδημιών και του υποσιτισμού, αλλά και με τις απώλειες των υλικών αγαθών, τη πτώχευση και γενικότερα την αποδυνάμωση του πληθυσμού. Η συνεχής πτώση της ποιότητας της ζωής κατά τη διάρκεια των χειρότερων ετών του ΛΙΑ οδήγησε σε αύξηση των κρουσμάτων εγκληματικότητας, ενώ η βιομηχανική και η Γαλλική επανάσταση γεννήθηκαν εν μέρει από αυτές τις κλιματικές αλλαγές. Επιπλέον η χρόνια έλλειψη εργατικού δυναμικού οδήγησε τους εργάτες στον ξεσηκωμό και τη χειραφέτησή τους. Επίσης αρκετές είναι οι καταγραφές οι οποίες αναφέρουν την εγκατάλειψη περιοχών και χωριών από τους κατοίκους τους. Η δεκαετία του 1590 έχει χαρακτηριστεί από τους ιστορικούς ως η δεκαετία κοινωνικής και οικονομικής κρίσης σε όλη την Ευρώπη.

Ο σφοδρός χειμώνας του 1709 ήταν υπαίτιος για τον θάνατο πολλών ανθρώπων στη Γαλλία ενώ τον Μάρτιο σε διάφορες πόλεις οι φτωχές κοινωνικές τάξεις επαναστάτησαν έναντι των εμπόρων, οι οποίοι προσπάθησαν να πουλήσουν μικρές ποσότητες σιταριού που είχαν απομείνει. Στην Αγγλία, οι συνέπειες του λιμού και η κακή οικονομική κατάσταση της χώρας ενθάρρυναν αρκετούς άντρες να στρατολογηθούν κατά τη διάρκεια του Πολέμου των Τριαντάφυλλων (War of Roses, 1455–1485). Δεδομένου ότι τα καλλιεργήσιμα εδάφη χρησιμοποιήθηκαν για άλλες εργασίες, όπως η εκτροφή προβάτων, οι ιδιοκτήτες που ήταν υπεύθυνοι για τη κατάσταση, τέθηκαν στο επίκεντρο πολλών διαμαχών.

Ένα από τα πιο γνωστά αποσπάσματα της ιστορίας, πιθανόν να οφείλεται σε μια εξαιρετικά θερμή περίοδο κατά τη διάρκεια του ΛΙΑ. Στη βόρεια Γαλλία το 1788, μετά από έναν ασυνήθιστα σφοδρό χειμώνα, η περίοδος από τον Μάιο μέχρι τον Ιούλιο ήταν υπερβολικά θερμή έχοντας σαν αποτέλεσμα να ξεραθεί η καλλιέργεια σιταριού. Στις 13 Ιουλίου, ακριβώς την περίοδο των συγκομιδών, μια ισχυρή χαλαζόπτωση κατέστρεψε τις μικρές συγκομιδές που είχαν συλλεχθεί. Από τη τόσο

κακή συγκομιδή του 1788 προέκυψαν οι αναταραχές του 1789 εξαιτίας της έλλειψης ψωμιού που οδήγησαν την Μαρία Αντουανέτα (Marie Antoinette) να πει την εξής φράση : «αφήστε τους να φάνε κέικ».

Ήταν μια εποχή εξαιρετικής φτώχειας, δυστυχίας και πόνου στην Ισλανδία, ως αποτέλεσμα των δύσκολων χειμώνων, μεγάλων ηφαιστειακών εκρήξεων, και της καταπιεστικής Δανίας, αφού αποτελούσαν κατά κανόνα αποικία της. Η πείνα και ο λιμός έπληξαν τη χώρα. Ο ανθρώπινος πληθυσμός της Ισλανδίας, η οποία είχε φτάσει περίπου τους 70.000 κατοίκους περί το 1100, είχε συρρικνωθεί σε μόνο 34.000 κατοίκους το 1708 (Magnusson 1987). Μετά από μια τεράστια ηφαιστειακή έκρηξη το 1783, υπήρξε σοβαρή συζήτηση για την εκκένωση της Ισλανδίας από τους εναπομείναντες κατοίκους, αλλά αυτό δεν συνέβη στη πραγματικότητα.

Μια ομάδα ατόμων η οποία αντιμετώπισε σοβαρά προβλήματα εξαιτίας της δυσχερούς κατάστασης που επικρατούσε εκείνη τη περίοδο ήταν αυτή των μαγισσών. Κατά τη διάρκεια του 14^{ου} και 15^{ου} αιώνα η κυρίαρχη άποψη των ανθρώπων ήταν ότι τα καιρικά φαινόμενα προκαλούνταν από τις μάγισσες. Οι δυσχερείς καιρικές συνθήκες θεωρήθηκαν ότι ήταν «δημιούργημα» των μαγισσών οπότε αντιμετώπισαν την εχθρότητα από την υπόλοιπη κοινωνία. Οι εκτεταμένοι διωγμοί των μαγισσών πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια των σφοδρών ετών του LIA, όπου οι άνθρωποι αναζητούσαν τον υπεύθυνο για όλα τα δεινά που είχαν υποστεί.

XI. Επίδραση στις τέχνες

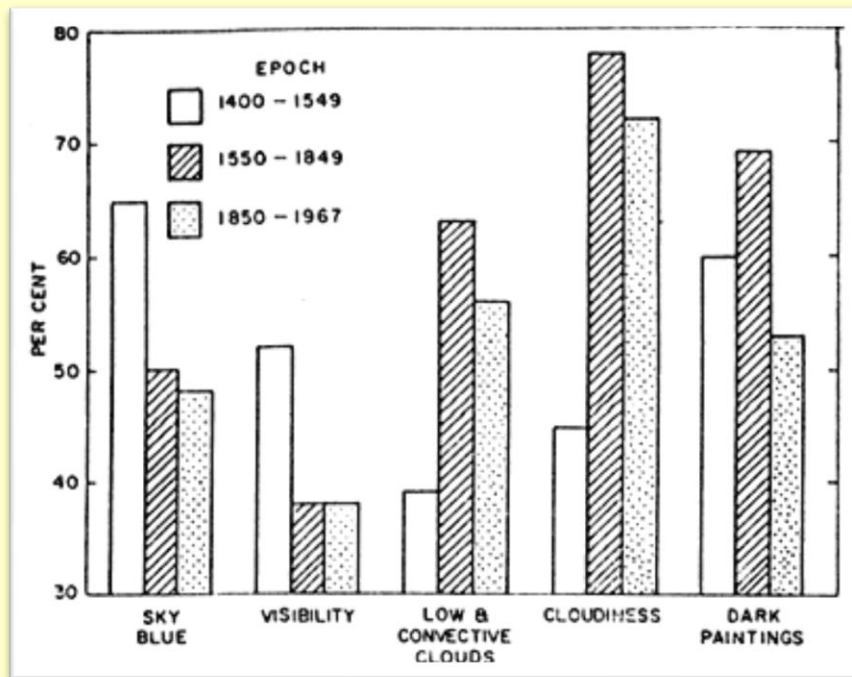
Οι συγγραφείς και οι καλλιτέχνες επηρεάστηκαν και αυτοί από τις κλιματολογικές μεταβολές. Η Mary Shelley εμπνεύστηκε και έγραψε το έργο "Frankenstein" και ο Polidori το έργο "Vampire". Οι δύο συγγραφείς μαζί με τους Byron και Percy Shelley, ήταν στην Ελβετία, κοντά τη λίμνη της Γενεύης όπου ο Byron είπε: « καθένας θα γράψει μια ιστορία φαντασμάτων ». Ο Percy σε ένα από τα ποιήματά του με τίτλο "Mont Blanc" αναφέρθηκε σε έναν παγετώνα γράφοντας: «...ήταν ένας απόρθητος τοίχος πάγου ο οποίος ακτινοβολούσε...». Μια ισχυρή

καταιγίδα που έπληξε την Αγγλία αποτέλεσε το θέμα που διαπραγματεύθηκε το βιβλίο του Danile DeFoe με τίτλο "Storm". Ο William Shakespeare (1564 - 1616) σε οκτώ έργα του έχει κάνει αναφορά στον ελώδη πυρετό.

Χαρακτηριστική ένδειξη αποτελεί η επίδραση που επέφεραν οι κλιματολογικές μεταβολές κατά τη διάρκεια του LIA στη ζωγραφική. Οι περισσότεροι πίνακες που δημιουργήθηκαν εκείνη την εποχή, εμφάνιζαν τον ουρανό με συννεφιά και το έδαφος να έχει καλυφθεί από πάγο.

Ο Neuberger (1970) μελέτησε περισσότερα από 12.000 έργα ζωγραφικής από 41 μουσεία τέχνης στις Ηνωμένες Πολιτείες και από οκτώ σε ευρωπαϊκές χώρες για να εξετάσει την υπόθεση που είχε κάνει ότι τα έργα ζωγραφικής θα αποκάλυπταν ακριβής πληροφορίες για το κλίμα που επικρατούσε τότε. Αυτά τα έργα ζωγραφικής κάλυπταν τη περίοδο από το 1400 έως το 1967.

Ταξινόμησε το πόσο γαλάζιος ήταν ο ουρανός και τον κατηγοριοποίησε σε τρία στάδια: α) ωχρό μπλε, β) μέσο μπλε και γ) βαθύ μπλε. Η νεφοκάλυψη υπολογίστηκε σύμφωνα με τα στάνταρ της Αμερικάνικης Μετεωρολογικής Υπηρεσία: αίθριος (νεφοκάλυψη μικρότερη από 10%), λίγο νεφελώδης (νεφοκάλυψη από 10% έως 50%), νεφελώδης (νεφοκάλυψη από 60% έως 90%) και νεφοσκεπής (νεφοκάλυψη πάνω από 90%). Επιπλέον οι τύποι νεφών κατηγοριοποιήθηκαν στις γνωστές κατηγορίες: υψηλά, μεσαία, χαμηλά και κατακόρυφης ανάπτυξης. Ο Neuberger διαχώρισε τα δεδομένα του σε τρεις εποχές. Σύμφωνα με τα συγκεκριμένα δεδομένα προκύπτει η παρακάτω γραφική παράσταση όπου είναι εμφανής ότι τη διάρκεια της δεύτερης εποχής του LIA, όπου ήταν και η πιο έντονη, επικρατούσαν νεφελώδεις τύποι καιρού.



Σχήμα 20. Περιοδικές μεταβολές σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά των πινάκων

Ο Neuberger αναφέρει ότι οι ομοιότητες μεταξύ της δεύτερης και της τρίτης εποχής έχουν να κάνουν με μια αισθητική αλλαγή, κυρίως την τρίτη εποχή, προς τον ιμπρεσιονισμό κατά τον οποίο δημιουργήθηκαν έργα έχοντας «μουντές ατμόσφαιρες» καθώς επίσης και στην αύξηση της βιομηχανικής ρύπανσης.

XII. Πώς επηρέασε ο ΛΙΑ τη περιοχή της Ελλάδας

Η έλλειψη στοιχείων από τη περιοχή των νοτίων Βαλκανίων κατά τον Μεσαίωνα προκαλεί προβλήματα στην αναπαράσταση των συνθηκών που επικρατούσαν τη περίοδο του ΛΙΑ στη χώρα μας. Όμως υπάρχουν αρχεία σοδειών και πληροφορίες για τις καιρικές συνθήκες από τους Βενετούς που ζούσαν στη Κρήτη από το 1211 έως το 1645.

Υπολογίσιμα στοιχεία για τις σοδειές και τις ασθένειες σε φυτά και ανθρώπους έχουμε από το 1548 έως το 1648 (Jean M. Groove, Annalisa Conterio 1995). Σε αυτά τα αρχεία βλέπουμε πως το νησί πέρασε από πολύ ξηρές περιόδους αλλά και ιδιαίτερα βαρείς χειμώνες με χιονοπτώσεις να πλήττουν ακόμα και τη Σητεία (1595). Στις εικόνες που ακολουθούν φαίνονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά του καιρού που

παρατηρήθηκαν ανά εποχή από το 1548 έως το 1648 και στη δεξιά στήλη η ποιότητα των σοδειών και οι αρρώστιες που αντιμετώπισαν οι κάτοικοι της Κρήτης.

Climate and crops in Crete 1548–1648				
Year	Winter	Spring	Summer	Crops, <i>sirica</i> ^a , plague and famine
	– normal x severe X very severe D drought S south wind	– normal + favourable x unfavourable D drought S south wind	– normal + good x unfavourable S south wind	b barley + good c cereals – normal w wheat – poor v grapes x failure o olives
1547–8	–	x	–	c– v+
1548–9	–	+		
1549–50		D		c– famine
1550–1				famine
1551–2				famine
1552–3				
1553–4				
1554–5	D Nov, Dec, Jan, Feb	D Mar, rain in May	x water shortage	c– w– famine
1555–6	x	D April	x	c– famine and emigration
1556–7	–	+		c–
1557–8	–			
1558–9				o–
1559–60				
1560–1		Drought at unspecified time		c–
1561–2	D	D		c–
1562–3				Rethimnon c– Sitia and Candia cx
1563–4		D in May		c– famine
1564–5	–	D in March	x water shortage	c– famine
1565–6	D hot until late Nov	D	x water shortage	c–
1566–7	x wet			
1567–8	X wet			c–
1568–9	–	x	x	cx
1569–70	x wet	x		bxc–
1570–1	D	D April showers	–	b– w– v+
1571–2		Drought at unspecified time		
1572–3		D south wind in April	Turkish invasion x N and NW winds and rough seas in August	c– w– v– in most places but Lasithi and Messerea w–
1573–4	–	+	x	b+ but w– on account of <i>sirica</i> ^a
1574–5	–	+	+	c+ w+ v– o– but cx in Canea
1575–6	x cold and wet		x rain June, July, Aug	c– w– v–
1576–7	x	+	x	w– <i>sirica</i> ^a

Year	Winter	Spring	Summer	Crops, <i>sirica</i> *, plague and famine
1577-8	D			c-
1578-9	-	+	x	c- w- <i>sirica</i> * but Candia w-
1579-80	D but Spinalonga -	D in Mar, April south winds in April	x grazing sparse	w- o+ but wx in Rethimnon
1580-1	-	+		b- w- o-
1581-2		+	- but wet June	c+ o-
1582-3	-	D south winds		b- w-
1583-4	-	+		b+ w- especially in Messerea and Lassithi
1584-5				c-
1585-6	x 15 days of July temperatures in Jan			b+ w- ox
1586-7	x snow and rain			b- w- but Omalos w+ Canea w-
1587-8	-	+	-	b+ w- o
1588-9	X snow	+	-	w-
1589-90	D Nov, Dec, Jan, Feb	D water shortage	x deluge in June	c- v- famine <i>sirica</i> in Lassithi
1590-1	X cold and wet, deluge in October in Rethimnon & in Feb	+	NW winds in July	b+ w- o+
1591-2	X cold and snow	+	strong NW winds in August	b+ w- v- plague
1592-3	-	+	-	o- w+ v+ but plague reduces manpower for harvest
1593-4	- but x in Spinalonga	+	x south wind deluge in August	b- w- v- plague
1594-5	X cold and snow seed corn eaten	x D in April and May		w- v+ plague
1595-6	D Nov, Dec, Jan no forage, animals die	x D in April and May	x very hot streams and cisterns dry	b- w- v- famine
1596-7	-	+	+	b- w+ o-
1597-8	- wet January	x		c- o+
1598-9	-	-		w-
1599- 1600	-		very hot June	
1600-1	D Sept until January			o-
1601-2	X extreme cold	D rain in May	-	b- v-

Year	Winter	Spring	Summer	Crops, sirica*, plague and famine
1602-3	X cold and snow	x	x	c- sirica*
1603-4	-	D		c- w- o- but Lassithi w+
1604-5	X excessive rain	+	+	w+
1605-6	-	+ south winds in May	+	b- v- but Lassithi w+ v+
1606-7	-	D		c-
1607-8	-	+	-	b+ c-
1608-9	X excessive rain and snow	+		
1609-10	-	+	-	v+ o-
1610-1	-	+	very hot	
1611-2	-	+	+	c+
1612-3	- south winds in Oct	x		c-
1613-4	D in Dec, Jan, Feb, Mar	D April	x	c- w-
1614-5	-	+ but seed lacking	x rainstorms	b+ c- due to lack of seed
1615-6	-	+		
1616-7				
1617-8	X deluge Dec 28	+		b- c-
1618-9				
1619-20			June hot	o-
1620-1		x	x	b- w- o- famine
1621-2	-	May stormy		famine
1622-3	- but stormy			w+ o+
1623-4		+	+	b+ w+ o-
1624-5	-	x dry	x south winds in July springs dry	c- but c- in Lassithi v- o-
1625-6	D Jan, Feb, March	D April forage scarce	x	c- v- o- Lassithi w- Some peasants leave the countryside
1626-7	-	-		
1627-8			+	c+ but Canea c-
1628-9	-			b- w-
1629-30	-	- south wind in April	south winds in June	b- w+
1630-1	D	D rain in May		w- Lassithi w- v- o-
1631-2	-	+	x July thunderstorms damage v and o	b+ w- v- o-
1632-3	-	+		
1633-4	-	- April gales		
1634-5	x	stormy		

Year	Winter	Spring	Summer	Crops, <i>sirica</i> *, plague and famine
1635-6				w- c- o+
1636-7		+		
1637-8	x stormy	+	c- especially in Sithia	
1638-9	x snow	D April		
1639-40				
1640-1		x		w-
1641-2				w-
1642-3	-	D south winds in May	x south winds in June	c- w- v- famine in Canea. Seed corn eaten
1643-4				c- v+ famine
1644-5	X widespread deluge			
1645-6				
1646-7		Almost all of Crete occupied by the Turks		
1647-8			NW gales in August	

* *Sirica* The condition the Venetians knew as *sirica* was probably some kind of plant disease which attacked cereals particularly wheat but never barley. It caused the grains to blacken and rot.

Χαρακτηριστικές περιπτώσεις ξηρασίας ήταν το 1555 όποτε και δεν καταγράφηκε ούτε μια μέρα με βροχόπτωση επί 6 μήνες. Ιστορική αναφορά στις 15/4/1555: Τα Χανιά και το Ρέθυμνο επλήγησαν από τη ξηρασία καθώς και το Ηράκλειο, όπου «η ύπαιθρος για μίλια γύρω από αυτή την πόλη ... είναι τόσο ξηρή που είναι σχεδόν αδύνατο να βρεθεί νερό για τους άνδρες ή τα ζώα για να πιουν". Επίσης το φθινόπωρο 1600 έως το Γενάρη 1601 δεν σημειώθηκε βροχή ενώ το 1614 η ξηρασία διήρκησε από το Γενάρη έως τον Μάιο.

XIII. Συμπεράσματα

Μέχρι σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί πλήθος μελετών οι οποίες αποδεικνύουν ότι η περίοδος του LIA αποτέλεσε μια σημαντική κλιματική ανωμαλία με επίδραση σε πολλά μέρη του πλανήτη κατά τη διάρκεια των τελευταίων χιλίων ετών. Η περίοδος του LIA τοποθετείται χρονικά μετά το τέλος της περιόδου MWP (Medieval Warm Period) και πριν την έναρξη της παγκόσμιας θέρμανσης το 1850. Ο βασικός λόγος αποτυχίας του ακριβή προσδιορισμού της περιόδου του LIA έχει να κάνει με την έλλειψη δεδομένων που οδηγούν σε προβλήματα απεικόνισης της μεταβολής της θερμοκρασίας. Ωστόσο, οι διαφορετικές χρονικοί περιόδοι έναρξης και λήξης του LIA πιθανόν να οφείλονται στα χαρακτηριστικά του κλίματος για κάθε περιοχή.

Τα βασικά αίτια εμφάνισης της περιόδου LIA έχουν να κάνουν με τη διακύμανση της ηλιακής δραστηριότητας, την έντονη ηφαιστειακή δραστηριότητα και κατ' επέκταση την επικρατούσα ατμοσφαιρική κυκλοφορία. Οι τομείς οι οποίοι επηρεάστηκαν σε μεγάλο βαθμό κατά τη διάρκεια του LIA ήταν αυτός της οικονομίας, της γεωργίας, της υγείας, των τεχνών, ενώ σημαντικό αντίκτυπο επέφερε στη κοινωνική συνοχή. Τέλος αποτέλεσε μια από τις αιτίες δημιουργίας της βιομηχανικής και της Γαλλικής Επανάστασης.

Συμπερασματικά, η Μικρή Εποχή των Παγετώνων ήταν στην πραγματικότητα ένα παγκόσμιο φαινόμενο με διακυμάνσεις στα διάφορα μέρη της Γης (Nesje και Dahl 2000). Είναι τεκμηριωμένο, από το νότιο ημισφαίριο στο Spitsbergen έως τον μακρινό Βορρά (Svendsen και Mangerud 1997). Με βάση τις πολλές πηγές των ιστορικών, αρχαιολογικών και γεωλογικών στοιχείων, η παγκόσμια μέση θερμοκρασία ήταν 1-2 °C χαμηλότερη από ό, τι σήμερα (Grove 1988).

XIV. Βιβλιογραφία

- Campbell, Ian D., and J.H. McAndrews, 1993, "Forest Disequilibrium Caused by Rapid Little Ice Age Cooling," *Nature*, 366:p336–338.
- Bradley, Ray, 2000, "1000 Years of Climate Change," *Science*, 288:p1353–1355.
- (2009, May 31). Scientific opinion on climate change. Retrieved June 3, 2009, from Wikipedia Web site:
http://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_opinion_on_climate_change
- English-wine.com, [Online.] Available: <http://www.english-wine.com/>
- Lamb, H.H., 1995, *Climate, History and the Modern World*, Methuen, London.
- Neuberger, Hans, 1970, "Climate in Art," *Weather*, 25:46–56.
- Miller, G. Tyler, Jr., 2000, *Living in the Environment*, Brooks/Cole Publishing, Pacific Grove.
- NOAA – World Data Center for Paleoclimatology
<http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/paleo.html>
- NOAA – National Climatic Center.
<http://search.usa.gov/search/?affiliate=NCDC&query=Little+Ice+Age>
- Tkachuck, R.D., 1983, *The Little Ice Age*, Geoscience Research Institute, [Online.]
Available:http://www.grisda.org/reports/or10_51.htm
- The ‘Little Ice Age’ glacial expansion in western Scandinavia: summer temperature or winter precipitation? 2007. A. Nesje & S. O. Dahl & T. Thun & Ø. Nordli: [Summary of the paper](#)
- “Recent glacier and climate variations in the Pacific Northwest” , Stephen C. Porter, University of Washington.
- “Listening to the trees: Tree rings, the Little Ice Age, and the response of Yosemite's Lyell and Maclure Glaciers to climate change” , University of Colorado.
- “The climate of crete in the sixteenth and seventeenth centuries”, Jean M. Groove, Annalisa Conterio 1995.
- Bradley S. Raymond, Jones D. Philip, 1992: *Climate since A.D. 1500*, Routledge.
- Jinsong Wang, Fahu Chen, Bao Yang, 2005: *New Advance in Research on the International Little Ice Age Climate Change*. IEEE, p. 5145–5149.